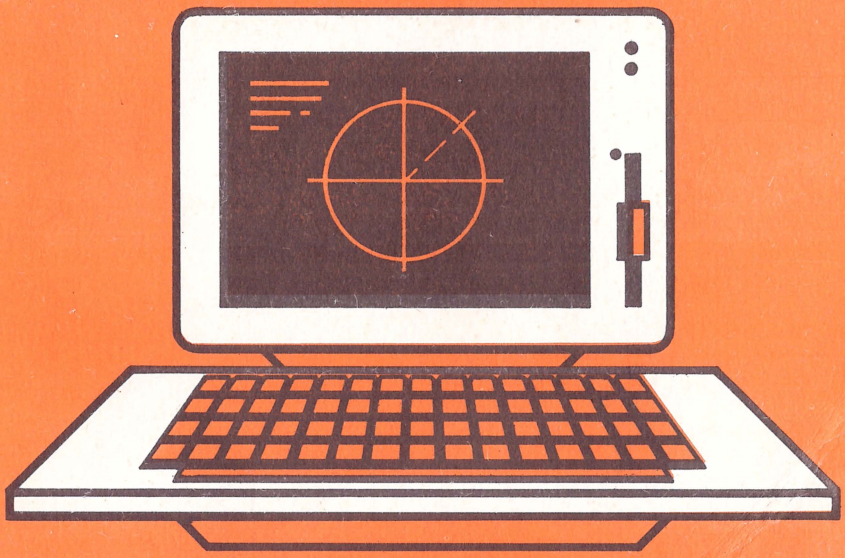
Вопросы компьютеризации учебного процесса



ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Вопросы компьютеризации учебного процесса

КНИГА ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Из опыта работы

Составитель **Н. Д. Угринович**

Под редакцией **Л. П. Шило**

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1987

К 74.202.4
В74

Рецензенты:

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник НИИ школ МП РСФСР *И. И. Логинов;*

зав. методкабинетом информатики и вычислительной техники МОИУУ *М. Г. Ратинский*

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Использование вычислительной техники в процессе преподавания курса «Основы информатики и вычислительной техники» 8

Козбенко О. Ю. Опыт компьютеризации школ г. Зеленограда . . . —

Самолысов В. А. Программируемые микрокалькуляторы на уроках информатики 22

Использование вычислительной техники в процессе преподавания физики

Гафинович Н. М. Использование ЭВМ при обучении школьников некоторым физическим закономерностям 33

Угринович Н. Д. Методика использования вычислительной техники в процессе проведения лабораторных и практических работ по физике 49

Коновалов В. П., Елютин С. О., Руденко А. И. Элементы автоматизированного физического практикума на микрокалькуляторах . . . 71

Анисимов В. В., Соловьев Л. С. Методика и опыт использования компьютеров в школе для проведения машинных экспериментов . . 84

Профессиональная подготовка учащихся по основам программирования

Кравчук Т. П. Организация работы дисплейного класса в УПК . . 92

Левина Н. С. Изучение основ программирования в процессе профессиональной подготовки учащихся на базе УПК 97

Вопросы компьютеризации учебного процесса: Кн. для учителя: Из опыта работы/Сост. Н. Д. Угринович; Под ред. Л. П. Шило.— М.: Просвещение, 1987.— 128 с.: ил.

В74

Книга является сборником статей учителей школ и УПК Москвы из опыта работы по обучению учащихся основам программирования и вычислительной техники на уроках информатики и физики, а также в процессе профессиональной подготовки учащихся.

В $\frac{4306010000-599}{103(03)-87}$ КБ—52—16—1986 ББК 74.202.4

© Издательство «Просвещение», 1987

Предисловие

Одним из основных направлений реформы общеобразовательной и профессиональной школы является компьютеризация учебно-воспитательного процесса. В постановлении о реформе эта задача сформулирована так: «...вооружать учащихся знаниями и навыками использования современной вычислительной техники, обеспечить широкое применение компьютеров в учебном процессе, создавать для этого специальные школьные и межшкольные кабинеты».

Школы и УПК Москвы накопили за последние 10—15 лет некоторый опыт по обучению учащихся основам программирования и вычислительной техники на факультативных занятиях и в процессе трудовой профессиональной подготовки.

После выхода в свет постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс» компьютеризация общеобразовательной и профессиональной подготовки учащихся резко усилилась.

В Москве при активном содействии и помощи партийных организаций был определен перспективный план на двенадцатую пятилетку по обеспечению школ и межшкольных УПК вычислительной техникой (ВТ), преподавательскими кадрами, определен ряд направлений по отработке методики преподавания курса «Основы информатики и вычислительной техники», применения ВТ в учебном процессе, расширения возможностей профессиональной подготовки выпускников общеобразовательных школ для работы с электронной техникой и некоторые другие вопросы.

К началу 1985/86 учебного года в школах города и в УПК было создано свыше 150 кабинетов, оборудованных персональными компьютерами типа «Агат», ДВК-1, БК-0010 и некоторыми другими машинами по 12—14 на класс и учительской машиной ДВК-2М. Подготовлено около двух тысяч учителей математики и физики для преподавания общеобразовательного курса «Основы информатики и вычислительной техники». Наличие кабинетов ВТ в УПК и базо-

вых школах позволило уже в 1985/86 учебном году несколько расширить программу IX класса и дать для учащихся дополнительный восьмичасовой курс практической работы на персональных компьютерах (за счет факультативного времени).

В г. Зеленограде (район Москвы) все 29 школ имеют дисплейные классы и учащиеся IX классов с первых уроков изучают курс «Основы информатики и вычислительной техники» с использованием ВТ. Преподавание ведется по экспериментальной программе, разработанной НИИ школ Министерства просвещения РСФСР и утвержденной Министерством просвещения РСФСР. Наибольшего успеха как в изучении курса информатики, так и в использовании ВТ в учебном процессе достигли коллективы школ № 609 и 719 этого района. На базе этих школ ведется поиск оптимальных организационных и методических решений комплексного использования ВТ в учебно-воспитательном процессе.

В ряде районов (Октябрьском, Брежневском, Пролетарском) были созданы межшкольные кабинеты ВТ, они обслуживают ряд школ данного микрорайона. Так, в Брежневском районе на базе школы № 117 АН СССР создан центр, который обслуживает более двадцати школ района. Кроме обучения учащихся, на этой базе ведется методическая работа с учителями по переподготовке и подготовке их к использованию ВТ в учебном процессе.

Необходимость поиска новых организационных форм и методик обучения обусловлена тем, что возникла потребность в разработке методики обучения всех учащихся принципиально новому содержанию в условиях проведения практических занятий на базе дисплейных классов. Дисплейные классы будут создаваться в школах постепенно в течение нескольких лет, в то время как оснастить школы микрокалькуляторами, и в частности программируемыми, можно гораздо быстрее. Отсюда возникает необходимость отработки методики преподавания курса «Основы информатики и вычислительной техники» с использованием программируемых микрокалькуляторов (типа БЗ-34 и МК-54). Такой опыт накоплен, в частности, в школах № 444 Первомайского и № 502 Пролетарского районов.

Одновременно возникает проблема поиска методических подходов к изучению и использованию ВТ в общеобразовательных предметах. Прежде всего это касается предметов естественно-математического цикла, и в первую очередь математики и физики. В ряде школ города ведется работа в этом направлении. Уже накоплен некоторый опыт использования микрокалькуляторов, в том числе и программируемых, в учебном процессе. В школе № 183 Тимирязевского района в течение трех последних лет ведется работа по использованию микрокалькуляторов на уроках математики в IV—X классах, в школе № 542 Красногвардейского района программируемые микрокалькуляторы используются для постановки автоматизированного физического практикума. На этой базе кабинет физики Московского городского института усовершенство-

вания учителей ведет разработку методических принципов по внедрению в практику работы учителей физики микрокалькуляторов в процессе решения задач и выполнения лабораторных и практических работ.

Большие потенциальные возможности кроются в использовании дисплейных классов как средства обучения в процессе преподавания всех общеобразовательных предметов. На этом пути существуют большие трудности ввиду отсутствия прикладного программного обеспечения (контролирующие, обучающие, моделирующие и т.д. программы). Однако учителя школ совместно с учащимися делают первые попытки в этом направлении. Интересен опыт школы № 542 по проведению машинных экспериментов в курсе физики.

К началу 1986/87 учебного года около 6% учащихся IX—X классов школ Москвы получат профессиональную подготовку по таким специальностям, как оператор ЭВМ, оператор устройств подготовки данных для ЭВМ, электромеханик по ремонту и обслуживанию внешних устройств ЭВМ, регулировщик электронной аппаратуры, программист-лаборант и др. Наиболее массовой из них является профессия оператора устройств подготовки данных, которая свободно осваивается учащимися в условиях УПК. Учащиеся, прошедшие подготовку по этой специальности, легко включаются в работу на вычислительных центрах. Эта подготовка ведется на базе двадцати межшкольных УПК города.

В этой связи возникают методические проблемы, специфичные для профессиональной подготовки учащихся в области программирования и основ вычислительной техники в процессе трудового обучения на базе УПК. Прежде всего важно правильно отобрать содержание такой подготовки, с тем чтобы, с одной стороны, дать учащимся необходимые профессиональные навыки, а с другой — избежать дублирования с курсом «Основы информатики и вычислительной техники».

В данном сборнике своим опытом делятся учителя Москвы. В соответствии с тремя группами методических проблем, возникающих в процессе компьютеризации учебно-воспитательного процесса, материал сборника разбит на три раздела: «Использование вычислительной техники в процессе преподавания курса «Основы информатики и вычислительной техники»; «Использование вычислительной техники в процессе преподавания физики»; «Профессиональная подготовка учащихся по основам программирования».

В первом разделе рассматриваются различные методические подходы к преподаванию «Основ информатики и вычислительной техники», которые складываются в школах города в последние годы.

Во втором разделе излагается опыт учителей физики школ Москвы по использованию ВТ.

В третьем разделе представлены материалы из опыта работы УПК при изучении основ программирования.

Первый раздел начинается статьей методиста по информатике и вычислительной технике г. Зеленограда О. Ю. Козбенко «Опыт компьютеризации школ г. Зеленограда». В статье рассматриваются не только методические вопросы преподавания курса «Основы информатики и вычислительной техники» но и организационная сторона, которая на первоначальном этапе компьютеризации является едва ли не самой главной (создание дисплейных классов, отбор и накопление программного обеспечения, подготовка учителей и др.). Большое внимание в статье уделяется вопросам проведения различных форм внеурочной работы по информатике и, в частности, организации и проведению конкурса на лучшую прикладную программу.

В статье «Программируемые микрокалькуляторы на уроках информатики» учитель школы № 502 Пролетарского района В. А. Самолысов рассматривает методику проведения отдельных ключевых занятий по курсу информатики с использованием программируемого микрокалькулятора (ПМК). Статья содержит многочисленные конкретные примеры программ для ПМК.

Второй раздел сборника открывается статьей учителя школы № 609 г. Зеленограда Н. М. Гафинович «Использование вычислительной техники при обучении школьников некоторым физическим закономерностям». Большое внимание в ней уделяется реализации межпредметных связей между курсами информатики и физики, рассматриваются примеры прикладных программ по физике, которые можно использовать в процессе решения задач и выполнения лабораторных работ на уроках физики. В статье подчеркивается важная роль курса информатики в развитии творческих способностей учащихся.

В статье заведующего кабинетом информатики и вычислительной техники Московского городского института усовершенствования учителей Н. Д. Угриновича «Методика использования вычислительной техники в процессе проведения лабораторных и практических работ по физике» показываются возможности электронно-вычислительной техники как средства обучения, позволяющего существенно повысить эффективность преподавания физики. В статье приводятся конкретные примеры и программы обработки результатов измерений для микрокалькуляторов различных типов и ЭВМ.

Преподаватели физико-математической школы № 542 Красногвардейского района В. П. Коновалов, С. О. Елютин, А. И. Руденко в статье «Элементы автоматизированного физического практикума на микрокалькуляторах» излагают опыт использования микрокалькуляторов типа МК-64 в комплексе с лабораторными установками. В статье обращается внимание на основные, ключевые моменты в устройстве самого микрокалькулятора, что позволяет использовать его как аналого-цифровой преобразователь при работе с внешними устройствами (физическими приборами). В статье описывается методика выполнения трех лабораторных

работ, в которых микрокалькулятор используется и как прибор для измерения физических величин, и как собственно калькулятор.

На основе опыта преподавания в той же 542-й школе В. В. Анисимов и Л. С. Соловьев в своей работе «Методика и опыт использования компьютеров в школе для проведения машинных экспериментов» рассматривают возможности использования дисплейных классов для моделирования физических объектов и их последующего изучения в курсе физики. В качестве примера приводится сценарий одного такого эксперимента по моделированию цикла Карно для идеальной тепловой машины.

Третий раздел содержит две статьи. Первая статья директора УПК Октябрьского района Т. П. Кравчук «Организация работы дисплейного класса в УПК» раскрывает как некоторые моменты организации работы дисплейного класса, так и вопросы методического характера. В частности, четко выделяются вопросы поэтапности профессиональной подготовки школьников к работе на ЭВМ.

В статье преподавателя УПК № 1 Ленинградского района Н. С. Левиной «Изучение основ программирования в процессе профессиональной подготовки учащихся на базе УПК», которая закрывает сборник, содержатся, на наш взгляд, важные методические идеи по изучению курса основ программирования на языке Бейсик и языка программирования как средства реализации алгоритмов различных типов.

Собранные в сборнике материалы являются первым опытом школ и УПК Москвы по использованию ВТ в учебном процессе. Мы надеемся, что предлагаемый опыт будет полезен учителям в ускорении процесса компьютеризации общеобразовательных школ и выполнении задач, поставленных XXVII съездом КПСС. Интересы дела требуют более глубоко поставить изучение научных основ современного производства, ведущих направлений его интенсификации, и, что особенно неотложно, обеспечить компьютерную грамотность учащихся.

Л. П. Шило, Н. Д. Угринович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»

О. Ю. Козбенко

ОПЫТ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ШКОЛ г. ЗЕЛЕНОГРАДА

Основные направления реформы общеобразовательной и профессиональной школы предусматривают изучение основ ВТ в школах, профессионально-технических училищах и средних специальных учебных заведениях и достижение на этой основе компьютерной грамотности учащейся молодежи.

В стране накоплен значительный опыт обучения отдельных категорий школьников основам ЭВМ в форме факультативов, занятий в УПК в рамках мероприятий по профессиональной ориентации. Ряд УПК страны уже несколько лет выпускает программистов и операторов ЭВМ.

В некоторых школах имеется также и опыт использования ЭВМ в качестве контролирующих и обучающих средств.

Однако совершенно ясно, что одно дело — обучение отдельных групп школьников, создание для этого специальной, исключительной обстановки и совершенно другое — введение всеобщего обучения в обычных условиях средней и профессиональной школы. Эта цель ставит перед участниками ее реализации совершенно иные, качественно новые задачи. Решение их немыслимо без экспериментальной работы. С 1 февраля 1985 г. в школах № 609 и 719 было организовано ознакомление учащихся с ВТ по экспериментальной программе учебного курса «Основы информатики и вычислительной техники», разработанной совместно НИИ школ Министерства просвещения РСФСР и МИЭТом. Основной целью обучения являлось ознакомление учащихся со структурой и возможностями ЭВМ, основными свойствами алгоритмов, языками программирования, правилами и методами решения задач на ЭВМ. Методика обучения базировалась на максимальном использовании технической базы кабинета вычислительной техники. Наше стремление к тому, чтобы из практики постепенно рождалась теория, требует предоставления возможности ученику экспериментировать с ЭВМ. Поэтому обязательным условием успешного обучения является, на наш взгляд, прямое сочетание теоретических разделов с практическими занятиями за пультом ЭВМ. Общение с ЭВМ с самых первых занятий существенно облегчает

трудности преодоления учеником психологического барьера, возникающего при изучении этой дисциплины; диалоговый режим работы с вычислительной техникой усиливает роль самообучения, доля которого возрастает по мере освоения практических навыков работы на ЭВМ.

С целью обеспечения эксперимента силами и на средства базовых предприятий были оборудованы кабинеты вычислительной техники. Примерная стоимость оборудования кабинета вычислительной техники составляет около 90 тыс. рублей.

В комплект оборудования кабинета вычислительной техники входят 12 микроЭВМ ДВК-1М и 2 микроЭВМ ДВК-2М (одна из которых резервная). Главная ЭВМ с периферийными устройствами устанавливается на столе учителя, а ЭВМ учеников — на столах, образующих полукруг, как показано на рисунке 1. ЭВМ учеников устанавливаются таким образом, что прямой доступ к тыльной части машин, где расположены кабели питания и связи, практически исключен; проходы за столы, где размещены ЭВМ учеников, закрываются специальной перегородкой. Тыльная сторона главной ЭВМ закрыта фальшьпанелью, что исключает доступ к местам подключения электропитания и кабелей связи.

В целях организации учебного процесса в кабинете вычислительной техники микроЭВМ ДВК-1М и микроЭВМ ДВК-2М были объединены в локальную сеть. Локальная сеть микроЭВМ представляет собой комплекс, обеспечивающий двухстороннюю межмашинную связь, где микроЭВМ ДВК-2М являются центральной (главной), а микроЭВМ ДВК-1М — периферийными ЭВМ. ДВК-2М имеет возможность обеспечивать взаимодействие с двенадцатью ДВК-1М. При использовании межмашинной связи хранение данных и программ осуществляется во внешних запоминающих устройствах (гибких магнитных дисках), подсоединенных к главной ЭВМ. Использование внешних устройств главной микроЭВМ позволяет экономить дорогостоящее внешнее запоминающее и печатающее оборудование. Рисунок 2 иллюстрирует вариант использования в качестве главной машины микроЭВМ «Электроника НЦ-80-20/2М». Связь каждой ДВК-1М и ДВК-2М осуществляется по каналу последовательного интерфейса, реализованного с помощью контролера телеграфных каналов (КТЛК). С главной микроЭВМ (ЭВМ учителя) устанавливается связь с ЭВМ учеников только на момент передачи информации, просмотра программы, над которой работает ученик.

Все микроЭВМ ДВК-1М полностью автономны, при выходе из строя одной из них или главной машины остальные сохраняют работоспособность. Возможна работа в двух режимах: диалоговом и программном. Во время работы с микроЭВМ пользователь получает диагностические сообщения, что способствует и облегчает установление взаимопонимания человека и машины.

В качестве языка общения с микроЭВМ был выбран диалоговый язык программирования высокого уровня Фокал.

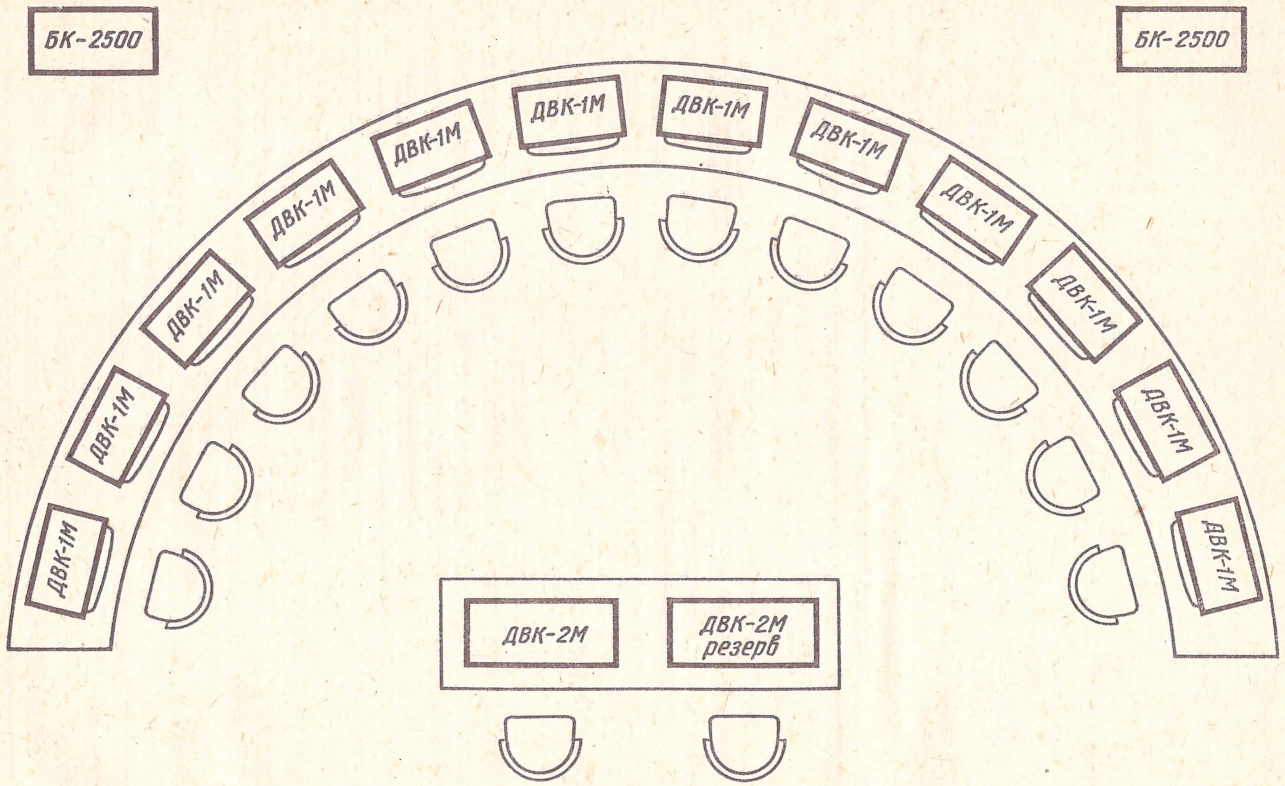

БК-2500
БК-2500
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-1М
ДВК-2М
ДВК-2М
резерв

Рис. 1

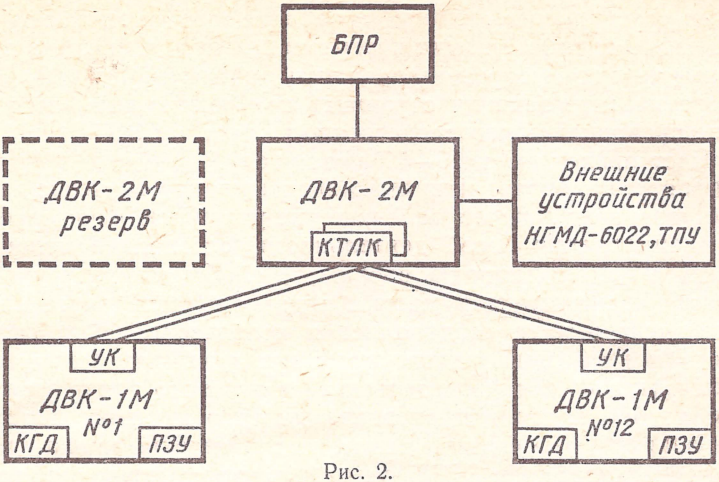


Рис. 2.

КТЛК — контроллер телеграфных каналов
УК — управление коммутатора
КГД — контроллер графического дисплея
БПР — блок переключателей режима

На кафедре вычислительной техники МИЭТа при содействии предприятий электронной промышленности была разработана версия языка Фокал, сохраняющая преемственность и совместимость со стандартной версией языка на уровне пользовательских программ и в то же время предоставляющая ряд новых возможностей. Так, с целью облегчения изучения и использования языка введана выдача текстовых диагностических сообщений об ошибках на экран дисплея, значительно упрощен ввод и редактирование программных строк путем использования функциональных клавиш управления курсором, расширена библиотека встроенных функций, введена возможность приостанова и продолжения выполнения программы. Кроме того, по требованию пользователя обеспечивается выдача справочной информации. Удобству и надежности эксплуатации системы способствует также автоматическая проверка контрольной суммы программируемого запоминающего устройства (ПЗУ) интерпретатора Фокала при запуске системы, наличие встроенной контрольной задачи, автоматическое определение непрерывной исправной области оперативной версии памяти при запуске. Важной особенностью реализованной версии языка является введение операторов межмашинного обмена программами на языке Фокал. Обмен может осуществляться с аналогичными микроЭВМ, диалоговым вычислительным комплексом ДВК-2М, мини-ЭВМ СМ-3, СМ-4 или «Электроника 100/25».

Основная цель эксперимента по обучению основам информатики и вычислительной техники с применением ЭВМ была направлена на формирование у учащихся представления о применении и роли ЭВМ в современном народном хозяйстве, получении первона-

чальных сведений о машинной обработке информации, изучении упрощенного варианта языка программирования Фокал, на приобретении навыков программирования и работы за пультом ЭВМ.

Теоретические занятия строились как лекционные, практические же проводились непосредственно за пультом ЭВМ (на 12 рабочих мест приходилось 15—17 учащихся).

В процессе преподавания было выявлено, что обучение информатике развивает логическое мышление учащихся, формирует навыки планирования своей деятельности, осознанное отношение к контролю и самоконтролю, вооружает обобщенными трудовыми навыками, свойственными многим видам трудовой деятельности. В ходе эксперимента создавались и использовались в учебном процессе пакеты прикладных программ учебного (обучающие, контролирующие, исследовательские) и игрового типов, осуществлялся подбор задач для организации теоретических и практических занятий, отрабатывалась методика ведения урока-практикума с использованием ЭВМ, разрабатывалось поурочное планирование учебного материала. С целью расширения эксперимента, чтобы не замыкать его только на двух школах, широко использовалась форма проведения открытых уроков для преподавателей школ г. Зеленограда, демонстрация кабинетов вычислительной техники делегациям районов Москвы и других городов СССР.

При подведении итогов работы по первому году обучения школьников основам информатики и вычислительной техники стало ясно, что усилия преподавателей были не напрасны. Все учащиеся усвоили основные разделы курса, практически все усвоили структуру и принцип работы ЭВМ, основные этапы подготовки задачи к решению на ЭВМ, овладели элементарными приемами работы за пультом ЭВМ, изучили язык программирования Фокал. Преподаватели отмечали, что учащиеся овладели навыками редактирования программ, ввода-вывода информации на ЭВМ, использования операторов присвоения для вычислений значений выражений для заданных совокупностей данных, овладели навыками общения с ЭВМ для решения несложных задач школьного курса и использования готовых пакетов программ учебного и игрового характера. Это подтвердили результаты итоговой контрольной работы. Правильно ответили на все теоретические вопросы более 70% учащихся, провели правильный разбор готовых программ 85% учащихся.

На протяжении всего периода обучения ребята занимались с увлечением, активно участвовали в написании прикладных программ для ЭВМ. Некоторые стали самостоятельно изучать материал, выходящий за рамки учебной программы по вычислительной технике. Изменилось отношение к другим школьным предметам, оно стало осознанным и более серьезным, так как знание этих предметов (физика, математика) необходимо для изучения основ информатики и вычислительной техники. Особенно привлекала учащихся практическая работа на ЭВМ. Выявилась

склонность учащихся к естественно-математическим предметам: около 30% учащихся собираются получить специальность, связанную с вычислительной техникой.

Вместе с тем практика показала, что вариант экспериментальной программы несколько перегружен. Такие вопросы, как функции пользователя, подпрограммы, массивы, сложные комбинации условного оператора и операторов цикла, из-за недостатка времени были изучены в ознакомительном плане. Но первые шаги в обучении школьников основам информатики и вычислительной техники были сделаны, и опыт, накопленный в ходе эксперимента, стал надежной базой на пути массового внедрения в учебный процесс средств вычислительной техники в школы района.

При обсуждении итогов экспериментальной работы, которая проводилась с участием представителей НИИ школ, МИЭТа и учителей, было высказано много предложений и пожеланий. Основные из них следующие:

создать районный методический координационный центр по внедрению в учебный процесс вычислительной техники;

доработать программу курса;

определить возможности внеклассной работы по предмету (кружковая и факультативная работа);

организовать обучение учителей по использованию средств вычислительной техники в других школьных предметах;

организовать тиражирование прикладных программ;

организовать техническую помощь учителям, работающим в кабинетах вычислительной техники;

создать группу по разработке и написанию прикладных учебных программ.

В ходе подготовки к новому учебному году РОНО, школами при активной поддержке базовых предприятий и МИЭТа была проведена работа по обеспечению массового обучения учащихся работе с вычислительной техникой. Данные вопросы обсуждались на совещаниях директоров школ, августовской конференции учителей, педагогических советах.

Для преподавания школьного курса «Основы информатики и вычислительной техники» на ФПК при МИЭТе была организована группа из учителей для обучения их основам программирования. Программа курса, рассчитанная на 70 ч, включала в себя теоретические занятия (основы программирования, изучение языка высокого уровня Фокал, общие сведения о вычислительной технике) и практическую отработку навыков непосредственно за пультом ЭВМ на базе типового класса вычислительной техники, оборудованного ДВК. Итогом обучения был экзамен по данному курсу, и семидесяти учителям было вручено удостоверение на право преподавания основ информатики и вычислительной техники.

Базовыми предприятиями района в каждой школе был оборудован кабинет вычислительной техники. Учитывая рекомендации по расположению кабинета в школе (теневая, северная сторона),

классы полностью освобождались от школьной мебели (парты, шкафы, доска), производился ремонт помещения, класс оборудовался электропитанием, системой пожарной и охранной сигнализации. Для установки ЭВМ было изготовлено типовое оборудование: унифицированные столы учеников и преподавателя. Кабинет оборудовался шкафами для хранения спецодежды (халатов), учебно-методической литературы, технической документации, сейфом для хранения дискет. Опыт работы двух школ показал, что для поддержания нормального теплового режима необходима установка системы кондиционирования воздуха (два бытовых кондиционера БК-2500). Для установки ЭВМ и организации локальной сети в кабинете вычислительной техники были созданы бригады специалистов от базовых предприятий. Они осуществляли отладку и запуск в эксплуатацию оборудования кабинетов. По окончании работ в кабинете базовое предприятие передавало средства вычислительной техники на баланс школы, оставляя за собой ремонт ЭВМ. Средства вычислительной техники передавались школам базовыми предприятиями по актам о вводе ЭВМ в эксплуатацию, которому предшествовал прогон контрольных программ. Для упорядочения выполнения работ по вводу в эксплуатацию кабинетов вычислительной техники, а также в целях выполнения единых требований к их оформлению кабинеты принимались межведомственной комиссией согласно разработанному нами акту (приложение 1).

С учетом опыта работы, накопленного в ходе эксперимента по обучению школьников основам информатики и вычислительной техники, специалистами МИЭТа совместно с РОНО и НИИ школ была разработана и утверждена Министерством просвещения РСФСР новая экспериментальная программа по данному курсу для IX—X классов. Поскольку данная экспериментальная программа была разработана с учетом имеющегося оборудования ЭВМ типа ДВК, то использование в обучении школьников учебного пособия под редакцией А. П. Ершова и В. М. Монахова[1] в полном объеме не представлялось возможным. Поэтому для обеспечения учебного процесса РОНО совместно с НИИ школ были подготовлены следующие методические пособия:

поурочное планирование учебного материала к теоретическим и практическим занятиям;

перечень рекомендуемых учебных пособий;

инструкция по эксплуатации учебного класса вычислительной техники на базе ДВК;

учебные прикладные программы, записанные на дискеты.

Согласно рекомендациям ГУНО были назначены заведующие кабинетами вычислительной техники из числа учителей, ведущих учебный предмет. В помощь заведующим кабинетами было раз-

[1] См.: Основы информатики и вычислительной техники: Пробное учебное пособие для средних учебных заведений: В 2 ч./ Под ред. А. П. Ершова, В. М. Монахова.— М.: Просвещение, 1985, 1986.

работано «Положение о кабинете вычислительной техники». Положение — это своего рода документ, регламентирующий порядок и правила работы в кабинете. В него включены общие требования к оборудованию кабинета, необходимый набор методической литературы, наглядных пособий, технико-эксплуатационная документация, правила по технике безопасности при работе в кабинете вычислительной техники, правила поведения учащихся, руководство работой кабинета. Обеспечение электробезопасности при работе в кабинете вычислительной техники требует особо серьезного подхода, поскольку средства вычислительной техники получают электропитание от сети на 220 В и на них работают учащиеся. В разъяснениях к «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» (Инструктивные материалы Главгосэлектронадзора.— М.: Атомиздат, 1983.— С. 252) указывается, что если в школе нет должности инженерно-технического персонала (электрика), то вышестоящая организация (РОНО) должна решить вопрос о назначении лица, ответственного за электрохозяйство кабинета вычислительной техники из числа специально подготовленного электротехнического персонала. Таковыми являются заведующие кабинетами, которые отвечают за технику безопасности и правильную эксплуатацию средств вычислительной техники. Подготовку и аттестацию заведующих кабинетами по правилам технической эксплуатации провели инспектора электронадзора с вручением квалификационных свидетельств.

Наличие ВТ в школах показало, что нельзя ограничить использование кабинета только преподаванием курса информатики. Стало необходимым привлечение преподавателей других школьных дисциплин к использованию на своих уроках средств ВТ. С этой целью было организовано обучение учителей по программе «Компьютерная грамотность», цель которой — овладение навыками работы с пакетами учебно-прикладных программ. Программа рассчитана на 20 ч (приложение 2). В каждой школе была подобрана группа учителей, занятия в которой проводил заведующий кабинетом ВТ.

Конечно, для широкого использования кабинета ВТ в преподавании школьных предметов необходимо хорошее и разнообразное программное обеспечение. Разработкой его занимаются сотрудники и студенты МИЭТа, учителя школ, а также ученики под руководством учителей.

С использованием ЭВМ индивидуальный дифференцированный подход к обучению и систематическому контролю станет объективной реальностью. В прошлом учебном году были сделаны первые шаги в этом направлении. С успехом применялись индивидуальные программы по русскому языку: «Чередование гласных в корнях», «Правильно ли вы ставите ударение в словах», «Приставки *пре* и *при*» и др.

В курсе физики использовались программы: «Тепловые явле-

ния», «Газовые законы», «Электрический ток в металлах», «Кинематика», «Динамика», «Молекулярно-кинетическая теория», «Движение тела в поле силы тяготения», «Измерение силы тока в замкнутом контуре, содержащем ЭДС, при перемещении его в магнитном поле», «Взаимодействие электрических зарядов», «Плавание тел».

Были разработаны программы по математике: «Решение линейных уравнений», «Решение приведенных квадратных уравнений», «Система координат», «Теорема Виета», «Сложение и вычитание», «Умножение и деление», «Производные», «Построение графиков функций», «Решение задач по геометрии», «Определение местоположения точки на плоскости» и др.

По иностранным языкам созданы программы: «Употребление артиклей» (англ. яз.), «Правописание предлогов» (англ. яз.), «Работа с текстами» (нем. яз.), «Склонение существительных» (нем. яз.) и др.

Ведется разработка программ по истории, географии, астрономии, химии, начальной военной подготовке и другим предметам.

Еще рано говорить о систематическом, последовательном процессе применения пакетов учебных программ в школьных предметах, для этого необходимо создание наиболее полного комплекта таких программ. Это дело будущего, но начало положено и интерес у школьников огромен, достаточно один раз заглянуть на урок в кабинет ВТ, чтобы убедиться в этом.

Распространение лучшего методического опыта работы, который заложен при разработке пакета учебных программ без его искажения, является еще одним достоинством использования вычислительной техники. Достаточно записать программу на магнитный носитель (дискету), снабдив ее рекомендациями по использованию, и можно с успехом применять ее в учебном процессе. В районе был создан центр тиражирования дискет. Перед передачей программ в этот центр они проходят апробацию в одной из школ района, где отрабатываются формы и методы ее применения, устраняются замеченные недостатки. Решением научно-методического совета, в состав которого входят учителя-методисты, сотрудники МИЭТа, определяется жизненность данной программы.

Важным этапом в организации учебно-воспитательного процесса по обучению школьников основам информатики и вычислительной техники явилась разработка системы учебно-методической работы. Ее составными частями являются:

кружковая работа (VI—VII кл.);
факультативы (VIII кл.);
учебный курс (IX—X кл.);
районная школа юного программиста (IX—X кл.);
экскурсии (VI—X кл.);
учебный центр по вычислительной технике (УПК).

Важная роль в комплексном обучении школьников основам

информатики и вычислительной техники на первом этапе отводится кружку «Юный электроник» в VI—VII классах. Основной целью программы кружка является первоначальное знакомство учащихся с возможностями вычислительной техники и привлечение их внимания к такой серьезной теме, как информатика. Учитывая возрастные особенности обучаемых школьников, данная программа строится с использованием игровых ситуаций. Это повышает интерес к изучаемому предмету. Техническим обеспечением кружка выбран радиоконструктор-лаборатория «Юный электроник», выпускаемый промышленностью. Радиоконструктор, предназначенный для технического творчества в области радиоэлектроники, позволяет без применения пайки и инструментов, с помощью монтажных проводов проводить сборку различных действующих электронных устройств (50 моделей). В их состав входят: усилительные устройства, радиоприемные устройства, автоматические устройства, в которых используются как дискретные элементы (транзисторы, диоды и т. д.), так и интегральные микросхемы.

Программа кружковой работы рассчитана на 72 ч. Каждое из занятий включает знакомство с элементами теории радиоэлектроники, историей развития вычислительной техники, сборку электронных устройств, закрепление полученных теоретических знаний и работу за пультом ЭВМ. Итогом работы кружка «Юный электроник» (VI кл.) является смотр-конкурс, на котором ребята демонстрируют навыки работы с ЭВМ, конструирование схем электронных устройств, практические навыки по сборке действующих электронных устройств.

Программа кружка VII класса знакомит ребят с возможностями ЭВМ, строится в основном на практической работе за пультом ЭВМ: «ЭВМ считает»—работа в режиме калькулятора; «ЭВМ рисует» — работа с использованием алфавитно-цифровой графики и графической приставки; «ЭВМ играет» — работа с игровыми программами, развивающими навыки работы с клавиатурой; «ЭВМ думает» — работа с учебными программами; «ЭВМ проектирует» — работа по моделированию схем различных устройств.

В первый год экспериментального обучения школьников основам информатики и вычислительной техники в VIII классах читался факультативный курс, который строился на базе учебной программы для старших классов и являлся практически ее повторением. Это составляло некоторые трудности при обучении школьников IX класса этому же курсу (снижало заинтересованность к предмету, создавало разрыв между школьниками, которые занимались и не занимались по курсу факультатива).

По новой программе факультативных занятий, которая является продолжением программы кружковой работы, школьники совершенствуют навыки работы с клавиатурой, знакомятся с элементами программирования на примере языка Фокал, учатся составлению простейших программ.

Школа юного программиста объединяет учащихся, проявивших себя в изучении учебного курса «Основы информатики и вычислительной техники» и желающих продолжить обучение в высших учебных заведениях или поступить на работу по специальностям, связанным с разработкой и использованием вычислительной техники. Основными задачами школы юного программиста являются: дать углубленные практические и теоретические знания по основам микропроцессорной вычислительной техники и программирования на персональных ЭВМ; познакомить и освоить некоторые широко распространенные языки программирования; привлечь слушателей школы к участию в разработке прикладного программного обеспечения для учебного процесса в школах и задач городского хозяйства; постоянно знакомить слушателей школы с использованием и применением микроЭВМ в народном хозяйстве. Для обучения выбран язык Паскаль. Продолжительность обучения по программе школы два года. Программа первого года обучения рассчитана на 65 занятий (30 теоретических, 35 практических) и разбита на 4 этапа: общее знакомство с персональной микроЭВМ ДВК-2М; программирование с использованием задач из курса средней школы; программирование с применением различных структур данных; программирование ввода-вывода для работы с файлами. В течение второго года обучения слушатели школы объединяются в творческие группы по разработке прикладного программного обеспечения и совершенствованию практических навыков работы на персональных микроЭВМ. Работа каждой группы строится по специальному плану, утвержденному советом школы юного программиста. К проведению занятий со слушателями школы привлечены ученые и специалисты предприятий, студенты и преподаватели МИЭТа.

Конкурс программ

С приходом вычислительной техники во все школы района появилась возможность использовать ее в учебном процессе. Вместе с этим встала серьезная задача по разработке программного обеспечения для ЭВМ. Разработка программного обеспечения — дело необходимое и требует широкого привлечения специалистов по вычислительной технике. С этой целью Зеленоградский РК ВЛКСМ и совет молодежного научно-производственного объединения при РК ВЛКСМ совместно с отделом народного образования организовали конкурс на разработку обучающих и игровых программ ЭВМ. Такой конкурс проводился впервые. Участвовали в нем все желающие — инженеры, ученые, преподаватели школ, студенты, школьники. Творческой задачей конкурса являлась разработка программного обеспечения для микроЭВМ «Электроника НЦ 80—20», на базе которой оборудованы все школы района. Участникам конкурса предлагалось разработать обучающую или игровую программу. Обучающая

программа должна помогать овладевать знаниями. Эти программы обучают не только информатике, но и физике, иностранным языкам, географии и другим предметам. По существу, это тот же урок, но только с использованием огромных возможностей ЭВМ. Игровые программы (электронные игры) должны быть оригинальны, доступны, полезны; они должны развивать память, сообразительность, быстроту реакции, пространственное воображение. Первый конкурс завершился. Итоги подводило авторитетное жюри, возглавляемое ректором МИЭТа, членом-корреспондентом АН СССР, профессором Л. Н. Преснухиным. На конкурс было представлено 80 работ. Их авторы не только зеленоградцы, но и ученые, студенты из других районов Москвы. В ходе работы жюри выяснилось, что школьники не уступают старшим: среди них оказалось много лауреатов конкурса. Это — свидетельство серьезных знаний и большого интереса к вычислительной технике у школьников. Победителем конкурса среди школьников стал ученик X класса. Такие конкурсы решено проводить регулярно.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Акт

приемки в эксплуатацию кабинета вычислительной техники школы № _____ г. Зеленограда

Составлен « » _____ 198 г.

Адрес, номер телефона школы _____
Номер кабинета, номер телефона в кабинете _____
Базовое предприятие _____

Приемка производилась комиссией, утвержденной решением исполкома городского Совета №____ от « » _____ 198 г.

Состав комиссии прилагается.

Комиссией установлено следующее:

1. Техническое состояние комплекта микроЭВМ типа ДВК принято школой от базового предприятия по акту « » _____ 198 г. (акт прилагается) и позволяет обеспечить проведение учебных занятий:

а) комплект микроЭВМ принят на баланс (ответственное хранение) школой: _____

б) в комплекте микроЭВМ имеется:
рабочее место ученика:

— ДВК-1 (ДВК-2М без НГМД и ТПУ) _____ шт.

— кабели с разъемами _____ шт.
— плата коммутатора _____ шт.
— плата графики _____ шт.
— зашивка ПЗУ-58 (ПЗУ-37) _____ шт.

рабочее место учителя:

— ДВК-2М _____ шт.

в т. ч.

— накопитель ГМД _____ шт.
— печатающее устройство _____ шт.
(указать тип) _____ _____ шт.
— плата КТЛК _____ шт.
— блок переключателей режимов _____ шт.

в) наличие в кабинете _____ рабочих дискет, в т. ч. 2 дискеты с операционной системой и набором рекомендованных рабочих программ с описаниями _____;

(да, нет)

г) наличие в кабинете комплекта документации на оборудование: паспорта микроЭВМ, схемы пульта управления, плат КТЛК, плат коммутатора, кабеля, электропитания и др. _____

д) наличие журнала регистрации отказов комплекта микроЭВМ.

Неустраненные замечания.

2. В кабинете имеются следующие технические и наглядные средства обучения: _____

Замечания: _____

3. Кабинет оборудован специальной мебелью:

а) унифицированные ученические столы на 12 рабочих мест _____

б) унифицированный стол учителя _____

в) стулья (кол-во) _____

г) шкафы для методической, учебной литературы _____

д) шкаф (металлический) для гибких магнитных дисков _____

е) шкаф (вешалка) для спецодежды _____

Замечания: _____

4. В кабинете имеется следующий набор методической и учебной литературы: _____

Замечания: _____

5. Состояние техники безопасности:

а) оценка (удовлетворительная, неудовлетворительная) _____

б) наличие журнала по технике безопасности _____

в) наличие инструкции по технике безопасности _____

г) Ф. И. О., должность ответственного за технику безопасности

_____

Замечания: _____

6. Состояние противопожарной безопасности:

а) оценка (удовлетворительная, неудовлетворительная)

_____

б) наличие пожарной сигнализации _____

в) наличие огнетушителей (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, не менее 2 шт.) _

г) наличие инструкции о мерах пожарной безопасности

_____

7. Санитарно-гигиеническое состояние:

а) оценка (удовлетворительная, неудовлетворительная)

_____

б) состояние освещенности рабочих мест в соответствии с нормой

в) состояние вентиляции в кабинете (наличие кондиционера)

_____

_____

Замечания: _____

_____

8. Наличие охранной сигнализации _____

_____

9. Комплект микроЭВМ обслуживает инженер кабинета вычислительной техники (Ф. И. О., должность) _____

_____

10. Комиссия рекомендует следующие мероприятия и сроки устранения недостатков:

№ п/п	Мероприятия	Срок	Ответственный

Кабинет к сдаче представили:

— от базового предприятия:

_____ _____ _____

(должность) (подпись) (Ф. И. О.)

— от школы:

Директор школы _____ _____

(подпись) (Ф. И. О.)

Председатель комиссии:

Члены комиссии:

Примечание. Акт является основным документом, разрешающим проведение учебно-воспитательного процесса в кабинете вычислительной техники. Составляется в трех экземплярах: один хранится в школе, второй — в РОНО, третий — в горисполкоме.

Программа подготовки учителей «Компьютерная грамотность»

1.	Компьютерная грамотность. Ее цели и задачи. Основные элементы содержания компьютерной грамотности. Роль отдельных учебных предметов в ее формировании. История развития ЭВМ. Поколения ЭВМ. Возможность вычислительной техники	2 ч
2.	Школьный учебный кабинет вычислительной техники на базе микроЭВМ типа ДВК. Средства ВТ. Локальная сеть ДВК. Управление учебно-методическим процессом в кабинете ДВК. Основные требования к кабинету ВТ	2 ч
3.	Устройство и принцип работы микроЭВМ. Состав и основные блоки микроЭВМ. Представление информации в ЭВМ. Ввод и вывод информации	2 ч
4.	Подготовка задач для ЭВМ. Алгоритмы и алгоритмические языки	1 ч
5.	Язык программирования высокого уровня. Его структура. Работа ЭВМ в режиме микрокалькулятора	4 ч
6.	Программное обеспечение ЭВМ. Простейшие программы. Программирование формульных выражений. Программы для разветвляющихся процессов	4 ч
7.	Диалоговый и пакетный режим ЭВМ	1 ч
8.	Пакеты прикладных программ. Файловая структура. Вывод программы на ЭВМ ученика	4 ч
	Всего	20 ч

В. А. Самолысов

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ

В решении проблемы широкого внедрения компьютерной техники в учебный процесс средних общеобразовательных школ далеко не последнюю роль должен сыграть в первое время программируемый микрокалькулятор. Программируемый калькулятор по своим возможностям занимает промежуточное место между инженерным калькулятором и персональным компьютером.

Программируемый микрокалькулятор недорог. Для того чтобы оборудовать кабинет ПМК, потребуется немногим более тысячи рублей, а приобрести один самый дешевый компьютер — в несколько раз больше. ПМК значительно проще и доступнее и, наверное, поэтому гораздо ближе к учителю в текущий момент. Несмотря на ограниченные возможности по сравнению с ЭВМ,

имеются весьма важные элементы программирования, которые чрезвычайно полезны для будущей работы с ЭВМ. Такими элементами являются: составление программ и их использование для различных наборов исходных данных, редактирование и отладка программы, организация циклов, применение подпрограмм, прикидка и оценка полученного результата, да и само представление о возможности автоматического выполнения программы в ПМК.

В данной статье автор хочет поделиться опытом проведения практических занятий с использованием ПМК. Такие занятия он проводил уже несколько лет со студентами МФИ и школьниками на подготовительных курсах при МФИ и в школе № 502, а в 1985 г. с учителями. Этими практическими занятиями предусмотрено обучение учащихся IX классов практическим навыкам программирования и работы с использованием ПМК на уроках по «Основам информатики и вычислительной техники». Практические занятия могут быть распределены на 10—16 уроков по теме «Построение алгоритмов для решения задач».

Темы занятий следующие:

1. Введение. Устройство и принцип работы ПМК.
2. Вычисление значений функций. Адресуемые регистры.
3. Составление простейших программ. Программа-алгоритм, исполняемый ПМК.
4. Редактирование программы. Отладка программы.
5. Составление линейных программ.
6. Разветвляющиеся вычислительные процессы. Простейшие программы с разветвлениями.
7. Организация циклов. Составление простейших программ.
8. Подпрограммы. Примеры составления программ с обращением к подпрограммам.
9. Составление программ. Подготовка к контрольной работе.
10. Контрольная работа на составление простейших программ.

Структура занятий может быть разнообразной. Каждое практическое занятие включало примеры, которые надо проверить на ПМК и сравнить с приведенными решениями, и задания, выполняемые самостоятельно. Успех освоения программирования во многом зависит от навыков работы на ПМК в обычном (ручном) режиме, от знания особенностей ПМК. На таких практических занятиях можно применять ПМК различных моделей.

Использование таких распространенных и надежных ПМК, как «Электроника БЗ-34», «Электроника МК-54», «Электроника МК-56», для этих целей дает обычно неплохие результаты. Использование ПМК «Электроника МК-46» и «Электроника МК-64» создает небольшие трудности, но также возможно. Все, что выполняет ПМК, рассмотреть за эти занятия нельзя. Однако, применяя на уроках ПМК, необходимо подчеркнуть их практическое значение в экономических, статистических, инженерных и бытовых расчетах.

Несмотря на огромные возможности ЭВМ, далеко не всегда при решении практических задач следует обращаться к ним. Встречаются в практике многочисленные задачи, не требующие для своего решения большой емкости памяти, значительного быстродействия и разнообразных логических возможностей. Такие задачи могут с успехом решаться на ПМК, причем решаться оперативно, без затрат дорогостоящего машинного времени ЭВМ.

Наконец, следует иметь в виду еще одно немаловажное обстоятельство. В ходе изучения многих дисциплин школьникам приходится на практических и лабораторных занятиях выполнять довольно утомительные расчеты, поглощающие значительную часть учебного времени. С целью повышения эффективности таких занятий, освобождения учащихся от рутинной работы и максимального использования учебного времени для содержательного анализа существа проблемы с успехом могут быть использованы ПМК.

Уроки с применением ПМК требуют тщательной подготовки:

1. Необходимо довести до сознания каждого учащегося правила безопасности при пользовании техникой и как бережно относиться к ней.

2. Занятие можно проводить только при наличии исправной техники.

3. Проводить занятия с ПМК рекомендуется с группой не более 10—16 учеников (разбить класс предварительно на такие группы).

4. Желательно, чтобы каждый ученик группы был обеспечен ПМК и инструкцией к нему, а группа — демонстрационным ПМК.

Первые два урока посвящаются знакомству с ПМК и овладению учащимися навыками работы в обычном ручном режиме.

Урок 1. Тема: Вводный урок. Устройство и принцип работы ПМК. Вычисления в ручном режиме.

Цель: Познакомить учащихся с устройством, основными частями ПМК и принципом его работы. Выработать у них навык выбора алгоритма и выполнения арифметических вычислений в ручном режиме.

Примерный план урока

1. ПМК, его назначение.
2. Простейшая функциональная схема ПМК.
3. Составные части, конструктивное исполнение.
4. Принцип работы ПМК в ручном режиме.
5. Примеры.
6. Задание на дом.

Обратить внимание на диапазон действий ПМК, на способ записи арифметических выражений, на особенность передвижения информации в стеке. Подчеркнуть, что ПМК производит действия только с десятичными числами, поэтому при работе с числами других видов приходится переходить к их десятичным

приближениям, при этом может возникать погрешность. Приводятся разнообразные примеры на действия с числами в естественной форме и с плавающей запятой. Необходимо в таких упражнениях использовать устную прикидку результата. Учащиеся должны понимать, точное или приближенное значение получено ими, уметь выбирать нужный алгоритм, учитывать диапазон действия ПМК.

Полезны, например, такие задания: дано равенство: $5\times2^3+3\times2^2+4\times2+6=(5\times2+3)\times2+4)\times2+6$.

Какой записью выражения лучше пользоваться для вычисления на ПМК?

Урок 2. Тема: Вычисление значений функций. Адресуемые регистры.

Цель: Познакомить учащихся с основными возможностями ПМК в режиме ручного счета.

Примерный план урока

1. Проверка домашнего задания.
2. Вычисление значений функции.
3. Память ПМК. Адресуемые регистры.
4. Примеры.
5. Задание на дом.

ПМК позволяет вычислять значения всех элементарных функций (в их области определения и в диапазоне действия ПМК), изучаемых в школьном курсе математики. Приводятся примеры вычисления значений различных функций. Затем учащиеся знакомятся с возможностью хранения информации в адресуемых регистрах. Им предлагаются примеры и задания для использования и закрепления полученных знаний на практике. В ряде примеров и заданий предлагается указать последовательность нажатия клавиш (программу решения какой-либо задачи) и записать ее в виде столбика. Такие задания необходимы для последующего составления программ для ПМК.

Урок 3. Тема: Составление простейших программ. Программа-алгоритм, исполняемый ПМК.

Цель: Познакомить учащихся с основными режимами работы ПМК: режимом «Программирование» и режимом «Автоматический счет по программе». Выработать элементарные навыки работы в этих режимах.

Этот урок является ключевым. Необходимо использовать таблицу «Режимы работы ПМК», таблицу кодов команд.

Примерный план урока

1. Проверка домашнего задания.
2. Знакомство учащихся с основными режимами работы ПМК.
3. Составление простейших программ.
4. Задание на дом.

Основное назначение ПМК — работа по программе. Нами составляется программа и с помощью последовательного нажатия клавиш в режиме «Программирование» заносится в память ПМК. После этого ПМК переводят в другой режим: «Автоматический счет по программе», когда в ПМК вводят данные и он самостоятельно выполняет программу и получает нужный результат. Для примера составляется небольшая, шагов 5—10, программа для вычисления значений функции по какой-либо формуле и подробно обсуждается с учащимися. Приведем пример вычисления функции $S = \frac{\pi d^2}{4}$ на ПМК «Электроника БЗ-34» (МК-54, МК-56). Программа записывается обычно в такую таблицу:

Показания счетчика (адрес команды)	Клавиши	Код операции	Пояснения
00	Fx^2	22	Возведение в квадрат
01	FП	20	Вызов приближенного значения П
02	×	12	Произведение
03	4	04	Ввод числа 4
04	:	13	Деление
05	С/П	50	Остановка программы

Инструкция к программе. Ввести значение d, нажать В/О и С/П. Результат индицируется.

Затем учащиеся проводят вычисления и на практике убеждаются в быстроте и правильности работы ПМК. Ряд аналогичных заданий они выполняют сами с необходимой помощью учителя.

Урок 4. Тема: Редактирование программы. Отладка программы.

Цель: Познакомить учащихся с возможностью редактирования и отладки программы. Выработать навыки работы по редактированию и отладке простейших программ.

Примерный план урока

1. Проверка домашнего задания.
2. Редактирование программы. Примеры.
3. Отладка программы.
4. Упражнения.
5. Задание на дом.

Под редактированием программы понимается ее просмотр по командам, изменение тех или иных команд, вычеркивание команды или нескольких команд. Приводятся примеры редактирования небольших, понятных всем учащимся программ. Под

отладкой программы понимается выполнение программы по отдельной команде. Это дает возможность анализировать выполнение каждого шага программы и обнаруживать ошибки. Учащимся предлагается несколько примеров на редактирование и отладку негромоздких доступных программ.

Урок 5. Тема: Составление линейных программ.

Цель: Закрепить навыки составления и использования линейных программ.

На уроке дается понятие о линейных программах, рассматриваются примеры и выполняется самостоятельная работа, состоящая из несложных индивидуальных заданий. Начертить блок-схему линейной программы.

Урок 6. Тема: Разветвляющиеся вычислительные процессы. Простейшие программы с разветвлениями.

Цель: Познакомить учащихся с возможностью программирования на ПМК разветвляющихся вычислений. Выработать навыки составления простейших программ с разветвлениями.

Примерный план урока

1. Анализ самостоятельной работы.
2. Примеры разветвляющихся вычислительных процессов.
3. Простейшие программы с разветвлениями.
4. Задание на дом.

На этом занятии необходимо добиться от учащихся глубокого понимания существа вопроса, и возникающие в ходе работы трудности требуют более подробного освещения. К некоторым урокам полезно повторить вопросы по учебнику «Основы информатики и вычислительной техники» (ч. I). К урокам 6 и 7 необходимо, чтобы учащиеся тщательно проработали тему 4 раздела I «Составные команды». При возможности нужно выделить на эти уроки большее количество времени.

Рассмотрим следующие функции:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x}, & \text{если } x \neq 0, \\ 9{,}99 \cdot 10^{99}, & \text{если } x = 0 \end{cases} \quad \text{и} \quad y = \begin{cases} x, & \text{если } 0 \leqslant x < 1, \\ 1, & \text{если } 1 \leqslant x < \infty. \end{cases}$$

Для того чтобы программировать на ПМК вычисления значений таких функций, существуют команды условного и безусловного перехода. В ПМК (группы БЗ-34) в качестве условий рассматривается отношение содержимого регистра X и нуля. Отношения $x = 0$, $x > 0$, $x \geqslant 0$ задаются соответствующими клавишами совместно с префиксной клавишей $\boxed{F}$. Непосредственно за условием перехода должен быть указан адрес перехода. Если условие выполняется, то в следующей программе будет исполнена

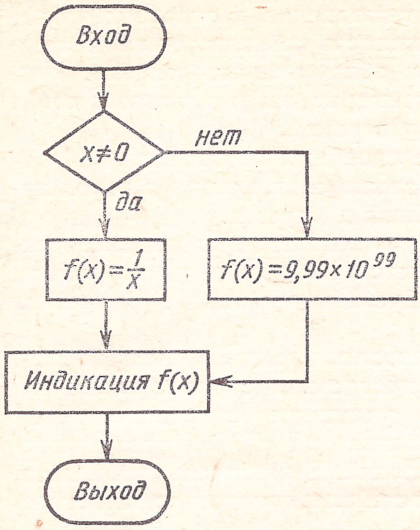


Рис. 1

команда, записанная в программе после адреса перехода. При этом адрес перехода не воспринимается.

Команда безусловного перехода реализуется клавишей БП. Эта команда прерывает естественный порядок выполнения команд программы и осуществляет переход к выполнению команды по указанному адресу.

Пример 6.1. Составить программу для вычисления значений функции для x в диапазоне действия ПМК.

$$f(x) = \begin{cases} 1/x \text{ при } x \neq 0, \\ 9{,}99 \cdot 10^{99} \text{ при } x = 0. \end{cases}$$

Составим схему программы (рис. 1).

Программа примера 6.1

Адрес	Клавиши	Код	Пояснения
00	F $x \neq 0$	57	Сравнение содержимого X с 0
01	04	04	Адрес перехода
02	F $1/x$	23	Вычисление значения $f(x)$
03	$X \to$ П 0	40	Ввод значения $f(x)$ в R0
04	П$\to X$ 0	60	Вызов значения из R0
05	С/П	50	Конец программы

Инструкция к программе. Число $9{,}99 \times 10^{99}$ должно при запуске программы на автоматический счет находиться в регистре R0. Можно воспользоваться таким приемом: $9{,}99 \times 10^{99}$ ввести в R0, R9. Теперь для вычисления значений функции нужно набрать значение аргумента x, затем В/О, С/П, П$\to x$ 9, $x \to$ПО, значение x, В/О и С/П. Таким образом число хранится в R9 постоянно, а перед запуском программы оно переносится в регистр R0. Значение функции после запуска программы будет индицироваться. Предлагается найти значения функции для $x = 1{,}23$, $x = 0{,}0056$, $x = 0$, $x = 3{,}66 \cdot 10^6$.

Пример 6.2. Вычислить значения функции y для $x = 0$; -2; 1; 3; -12; 0,175.

$$y = \begin{cases} x^2 - 3x \text{ при } x \geqslant 0, \\ 8 - x \text{ при } x < 0. \end{cases}$$

Составим программу для вычисления значения функции y, ее схему учащиеся составляют самостоятельно. Затем выбирается из предложенных схем самая лучшая и по ней составляется программа. Она может иметь такой вид:

Программа примера 6.2

Адрес	Клавиши	Код	Пояснения
00	X→П 0	40	Ввод значения x в R0
01	F X⩾0	59	Сравнения с 0
02	10	10	Адрес перехода
03	3	03	
04	–	11	
05	П→X 0	60	
06	X	12	
07	X→П 1	41	Ввод в R1
08	БП	51	Безусловный переход
09	14	14	Адрес
10	8	08	
11	–	11	
12	/–/	0L	
13	X→П 1	41	
14	П→X 1	61	
15	С/П	50	

Инструкция к программе. Ввести значение x, В/О и С/П. Значение функций индицируется.

Получим:

x	0	1	–2	3	–12	0,175
y	0	–2	10	0	20	–0,49 4375

Самостоятельно изменить введенную программу так, чтобы вычислить значения функции

$$z = \begin{cases} x^2 - 3x \text{ при } x < 0, \\ 2 + x \text{ при } x \geqslant 0. \end{cases}$$

Домашнее задание к уроку 6

Задание 6.1. Составить программу для вычисления значений функции $y = 1{,}25x$. Ввести программу в ПМК и проверить ее работу на нескольких примерах.

Изменить составленную программу так, чтобы можно было вычислять значение функции $y=ax$. Ввести изменения в ПМК и проверить работу полученной программы.

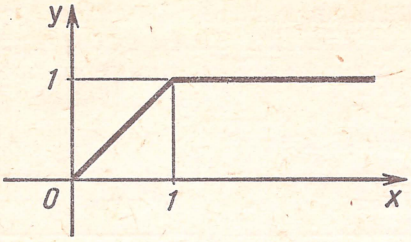


Рис. 2

Задание 6.2. Функция задана графиком (рис. 2). Составить программу и инструкцию для вычисления значений функции.

Задание 6.3. Можно ли, используя программу примера 6.1, получить на индикации EROR?

Дополнительные задания

Дополнительные задания выполняются учащимися по их желанию в зависимости от наличия у них времени и от способностей. Учитывая индивидуальные возможности учащихся, можно задавать дополнительные задания на каждом уроке.

Задание 6.4 (дополнительное). Усовершенствовать программу для примера 6.1 так, чтобы в автоматическом режиме для нахождения очередного значения функции $f(x)$ необходимо было бы только набрать на клавиатуре значение x и С/П.

Урок 7. Тема: Организация циклов. Составление простейших программ.

Цель: Познакомить учащихся с возможностью организации цикла и выработать навык составления простейших программ с использованием цикла.

Рассмотрим краткую схему этого урока для ПМК БЗ-34. В ПМК существуют различные возможности реализации автоматического повторения вычисления для изменяющихся аргументов. Рассмотрим некоторые из них (для изменяющихся натуральных аргументов). Команды организации циклов реализуются клавишей FL0 (L1, L2, L3). При нажатии клавиши L0 (L1, L2, L3) происходит обращение к регистру R0 (R1, R2, R3). При каждом обращении к регистру из его содержимого вычитается 1 и производится анализ полученного на нуль. Если содержимое не равно нулю, то осуществляется переход к выполнению команды, записанной по адресу перехода, следующему за командой цикла; если равно нулю, то выполняется команда, записанная в программе за адресом перехода. Циклы можно организовать также с помощью команд условного перехода. Полезно составить программу с использованием той и другой команды и сравнить эти программы (по количеству шагов, по времени выполнения программы для одних и тех же исходных данных).

Пример. Составить программу для вычисления $n!$, используя команду FL0.

Программа для вычисления *n*!

Адрес	Клавиши	Код	Пояснения
00	X→П 0	40	Ввод *n*
01	1	01	
02	X→П 1	41	Ввод 1 в R1
03	П→X 0	60	Вызов содержимого R0
04	П→X 1	61	Вызов содержимого R1
05	X	12	
06	X→П 1	41	Ввод произведения в R1
07	F L 0	5Г	Значение /сод. R0 – 1/→R0
08	03	03	Адрес перехода
09	С/П	50	Остановка программы

Инструкция к программе. Набрать значение *n*, В/0, С/П. Результат индицируется.

Для сознательного усвоения учащимися этой темы очень полезно использовать схему. Необходима на этом этапе и индивидуальная работа. На уроке составляется еще несколько подобных программ.

Урок 8. Тема: Подпрограммы. Примеры составления программ с обращением к подпрограммам.

Цель: Познакомить учащихся с понятием подпрограммы. Выработать элементарные навыки использования подпрограмм в программировании на ПМК.

Подпрограмма — одно из самых важных понятий. Необходимо с помощью конкретных примеров довести до сознания учащегося сущность этого понятия. Например, использовать программу для вычисления *n*! в программах для вычисления числа сочетаний из *n* и вычисления суммы 1! +2! +3! +...+*n*! как подпрограмму.

Урок 9. Тема: Составление программ. Подготовка к контрольной работе.

Цель: Закрепить навыки программирования и работы во всех режимах на ПМК.

На уроке необходимо сообщить учащимся, что Вы рассмотрели не все возможности ПМК. Если у учащихся появилась потребность более широкого знакомства с ПМК, предложить им поработать с ПМК и соответствующей литературой самостоятельно. Необходимо еще раз напомнить о большом практическом значении ПМК, но также подчеркнуть, что современные ЭВМ обладают возможностями, даже не соизмеримыми с ПМК. Это качественное отличие никогда забывать нельзя... Однако элементы программирования, которые были изучены, чрезвычайно полезны для будущей работы с ЭВМ. На уроке рассматривается несколько примеров на все изученные темы.

Урок 10. Контрольная работа.

Цель: Проверить знания, умения и навыки учащихся по теме «Построение алгоритмов для решения задач с применением ПМК».

Для каждого ученика составляется посильное задание. Пусть каждый решит простейшую задачу, но свою. Проверит сам ее решение «железной» логикой ПМК, и, кто знает, может быть, ПМК станет ему на всю жизнь надежным другом и помощником. Дополнительное задание необходимо составить так, чтобы дать возможность учащимся проявить свою смекалку и навыки полностью.

Рекомендуемая литература

Техническое описание и инструкция по эксплуатации ПМК «Электроника БЗ-34», МК-54, МК-56, МК-46, МК-64.

Антипов И. Н. Лабораторные работы по программированию на микрокалькуляторе «Электроника МК-64».— М.: НИИ школ МП РСФСР, 1985.

Блох А. Ш., Павловский А. И., Пенкрат В. В. Программирование на микрокалькуляторах. — Минск: Высшая школа, 1983.

Кузнецов Е. Ю., Острецов Б. В., Минкин Л. К., Егорова Ю. И. Микрокалькуляторы: Технические и конструктивные характеристики.— М.: Радио и связь, 1984.

Цветков А. И., Епанечников В. А. Прикладные программы для микроЭВМ «Электроника БЗ-34» и «Электроника МК-56».— М.: 1984.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Н. М. Гафинович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ НЕКОТОРЫМ ФИЗИЧЕСКИМ ЗАКОНОМЕРНОСТЯМ

К началу 1984/85 учебного года, выполняя решения Основных направлений реформы общеобразовательной и профессиональной школы, в нашей школе шефствующим предприятием по инициативе районного комитета партии был оборудован кабинет ВТ. Он включает в себя 12 микроЭВМ типа ДВК-1 с алфавитно-цифровым дисплеем и управляющей ЭВМ ДВК-2М. Одна из ЭВМ была снабжена графическим терминалом. С сентября 1985 г.— во второй год осуществления реформы школы — введен еще один такой же кабинет, но уже все ЭВМ снабжены графическими приставками. Кабинеты представляют из себя светлые, просторные классы, стены которых обшиты звукопоглощающими материалами. На стенах хорошо оформленные стенды, помогающие учащимся в работе с ЭВМ. Компьютеры расположены полукругом, в центре которого на возвышении находится ДВК-2М. С помощью главной ЭВМ ДВК-2М учитель может следить за работой каждого учащегося, корректировать ее, давать задания индивидуально и записывать программы, составленные школьниками, в память на магнитные диски.

Для общения с ЭВМ был выбран диалоговый язык программирования высокого уровня Фокал—версия МИЭТа.

Этот алгоритмический язык прост для начального освоения и в то же время обладает широкими функциональными возможностями.

Учителя физики и математики школы заблаговременно окончили курсы программирования при МИЭТе.

Мы начали обучение учащихся основам информатики и вычислительной техники с 1 сентября 1984 г. сначала факультативно, а затем для всех учащихся IX классов в виде основного курса в качестве эксперимента совместно с НИИ школ Министерства просвещения РСФСР.

Конечно, в начале преподавания нового курса мы встретились с большими трудностями. Не было учебников, методических пособий, задачников. Много времени нужно было для подготовки к занятиям. Новый предмет требовал полной самоотдачи, но одно-

временно и очень увлек нас, преподавателей, своими возможностями. Приходилось много работать, искать, пробовать. Одной из наших находок мы хотим поделиться с читателем.

С первых же дней обучения основам информатики и вычислительной техники мы стали широко использовать материал курса физики (ни в коем случае не умаляя значения математики). Это дало возможность наглядными средствами в короткие сроки показать возможности ЭВМ, необходимость компьютерной грамотности.

Образовалась двойная связь: физика помогала наглядно и доступно осваивать основы информатики и вычислительной техники и ЭВМ стала интенсивно способствовать освоению физики.

На уроках информатики и вычислительной техники учащиеся, закрепляя текущий материал, составляли программы для лабораторных работ по физике, решения задач исследовательского характера. На уроках физики тем самым удавалось больше времени уделить экспериментальной работе учащихся, закреплению практических навыков, работе с измерительными приборами.

Закрепляя навыки работы с компьютером, мы стали моделировать физические процессы, проводить исследовательские работы с помощью вычислительного эксперимента. Например, учащимся давалось задание проследить, как меняется напряженность и потенциалы в различных точках электрического поля, образованного заряженным проводящим шаром. При этом мы преследовали следующие цели:

закрепить навыки работы с оператором цикла и оператором перехода по условию;

создать модель электрического поля заряженного шара, которая плохо воспринимается учащимися в процессе преподавания физики традиционными методами.

Учащиеся под руководством учителя сделали такую программу: с дисплея запрашивается радиус, заряд шара и координата интересующей точки поля. В ответ на внесенные данные компьютер дает значения напряженности и потенциала в любой точке поля, в том числе и внутри шара, к тому же он строит график зависимости этих величин от расстояния.

Или учащимся было предложено задание исследовать, как изменяется средняя скорость движения молекул различных газов в зависимости от температуры. С точки зрения обучения информатике и вычислительной технике закреплялось понятие одномерных массивов, да и для обучения физике такой вычислительный эксперимент в молекулярной физике очень интересен.

С дисплея задается вопрос:

Какой газ вас интересует?

Если азот, напечатайте 0.

Если водород, напечатайте —1.

» аргон » 2.

» воздух » 3.

Далее после краткого диалога машины с учеником на дисплее выдается массив значений скоростей молекул данного газа и соответствующие температуры.

Также учащимся предложено исследовать движения тела под действием силы тяжести. С первых занятий нам стало ясно, что учащимся не терпится как можно быстрее увидеть свою работу, имеющую непременно практическую направленность.

Работа увлекла ребят, и через некоторое время были готовы программы. Мы предлагаем на Ваше усмотрение лучшую из них (приложение 1), которую сделал ученик IX класса Антон Малеев.

ЭВМ ведет диалог с учеником очень терпеливо. Сначала она запрашивает данные: под каким углом брошено тело, с какой начальной скоростью? Далее она начинает исследование и одновременно показывает закономерности движения и его график. Затем ЭВМ спрашивает, понял ли ученик, хочет ли он повторить эксперимент. Если да, то опять запрашивает новые данные; если нет, предлагает проверить себя и решить задачи на эту тему, при этом выйдя в режим калькулятора (т. е. ученик на дисплее решает задачи и пишет ответ). Компьютер тут же оценивает результат и предлагает другую задачу и т. д. Методически важно, что машина может повторить одно и то же многократно, «не уставая», пока ученик не поймет. Учащиеся упражнялись в составлении программ и по такой тематике: «Проследить, как изменяется вес космонавта в зависимости от ускорения ракеты». Им очень интересен игровой момент в этой программе. Наилучшей работой оказалась программа Юлии Беляевой, ученицы IX класса (приложение 2).

На экране ракета на старте. Запрашивается ускорение ракеты. В ответ машина информирует о весе, перегрузках, невесомости космонавта. Если ракета уже вышла на орбиту, то ЭВМ предлагает рассчитать высоту полета, зная скорость движения, и наоборот. В заключение она также спрашивает, нужно ли еще пользователю провести исследование, и если да, то снова запрашивает входные данные. В конце программы ученику представляется возможность самому решить задачи на эту тему. Правильность решения комментируется компьютером.

Интересна была работа над программой «Изменение внутренней энергии тела», автор лучшей работы — Валерий Лось (приложение 3). Над программой начали работать при знакомстве с алгоритмами. Программа интересна тем, что с помощью ее можно быстро рассчитать изменение внутренней энергии тела и если оно расплавится или кристаллизуется, и если оно испарится и т. д. Если же оно находится в газообразном состоянии и продолжает изменять свою внутреннюю энергию, то и этот случай подсчитает машина.

Работали учащиеся и над такой задачей: исследовать, как изменяется сила тока в прямолинейном проводнике, содержащем источник тока, при движении его в магнитном поле.

Была составлена программа для обработки всех лабораторных работ по физике в IX классах.

На дисплее пользователю предлагается перечень лабораторных работ по физике:

1. Опытное подтверждение закона Бойля — Мариотта.
2. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.
3. Определение модуля упругости резины.
4. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
5. Определение удельного сопротивления проводника.
6. Определение электрохимического эквивалента вещества.
7. Наблюдение действия магнитного поля на ток.
8. Изучение явления электромагнитной индукции.

Учащийся выбирает ту работу, которая ему необходима, и вызывает ее на экран. Компьютер запрашивает экспериментальные данные, полученные школьниками в процессе выполнения лабораторной работы. ЭВМ не только очень быстро обрабатывает данные каждого опыта, но и находит средние величины, абсолютные и относительные погрешности измерений. Данная программа включает в себя «журнал», которым может пользоваться учитель при проверке и анализе лабораторных работ. Просматривая «журнал», учитель может сделать вывод о том, как вырабатываются практические навыки у учащихся в целом и у каждого ученика в отдельности.

Данные программы вызвали живой интерес у школьников. Ведь на уроках физики в старших классах можно успеть несколько раз провести физический эксперимент во время лабораторной работы и сделать математические расчеты. С использованием ЭВМ все изменилось. Больше времени уделяется эксперименту, выработке практических навыков работы с измерительными приборами, самой сущности физического явления. Результат использования программ не замедлил сказаться: повысился интерес к практическим работам, к предмету.

Конечно, эти программы не профессиональные, написанные в период первого года обучения. Но безусловно, польза от них реальная.

Подбор материала для упражнений в составлении программ является одним из серьезнейших моментов в преподавании основ информатики и вычислительной техники. Если учащимся данная тема программы интересна, если они чувствуют практическую необходимость в создании ее, то в результате процесс обучения проходит творчески, увлеченно, приносит радость познания.

Надо сказать, что поиск алгоритмов при работе с компьютером делает учащегося собранным, учит логически мыслить, поднимает его на более высокий интеллектуальный уровень, что очень помогает в процессе изучения физики.

В марте 1985 г. мы провели первую олимпиаду по программированию. Победителей олимпиады тепло поздравили и вручили грамоты и призы представители электронной промышленности. Затем была проведена экскурсия по предприятиям, которая произвела впечатление на учащихся, особенно по цеху робототехники, где от начальных операций до склада готовой продукции все делают роботы, управляемые ЭВМ. И конечно, когда разрешили с помощью компьютера дать роботам простые команды и они были тотчас выполнены, то увести ребят из этого цеха было невозможно.

В конце года мы провели зачет для учета знаний учащихся. Зачет проводился следующим образом.

Каждый учащийся получил карточку, содержащую три вопроса. Ученик должен был ответить на них письменно и сдать написанное учителю. Затем разрешалось включить компьютер и проверить второй и третий вопросы. Вот один из восьми вариантов зачета на языке Фокал.

1. Оператор перехода по условию.
2. Что должен ответить компьютер:

1.1. ASK „B=“, B; SET C=6;
1.2. IF (B — 5) 1.3, 1.4, 1,5;
1.3. TYPE (B*C) / 2; QUIt;
1.4. TYPE (B + 1)*C; QUIt;
1.5. TYPE (B — 1)*C; QUIt

при *B*, равном: 1) 2; 2) 5; 3) 6 (дать ответы, проверить на машине)?

3. Составить программу, с помощью которой можно быстро определить, будет ли тело, погруженное в жидкость, плавать, тонуть или всплывать, если объем и масса тела могут изменяться.

От зачета были освобождены учащиеся, имеющие законченные самостоятельные пакеты программ. Зачет показал, что девятиклассники успешно справились с заданиями, усвоили программный материал, умеют логически мыслить, составлять и редактировать небольшие программы, свободно владеют клавиатурой терминала. Не оказалось ни одного учащегося, который не мог бы овладеть основными приемами работы. У большинства школьников работа с компьютером вызывает повышенный интерес. Уже сейчас видно, что, куда бы ни пошли работать наши выпускники, где бы они ни встретились с ЭВМ, они смогут быстро освоить ее, даже если нужно будет перейти на другой язык общения с машиной (язык Фокал легко дает такую возможность).

Надо сказать еще об одной стороне в обучении основам информатики и вычислительной техники: о профориентации. Мы в школе большое значение уделяем профориентации вообще. Но на наш взгляд, лучший результат дала сама ЭВМ, агитируя за себя.

В настоящее время около 30% учащихся не мыслят своей будущей работы без компьютера. Некоторые мечтают быть разработчиками вычислительной техники, другие — программистами, а третьи — операторами.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

```
*WA
C: ФОКАЛ
  1.01 X FCHR(12,7)
  1.02 T!!«      *       *       *     ***      *       *   *   **        ***»!
  1.03 T «    *****     *      **   *   *     *      **   *  *       *     *»!
  1.04 T «   *  *  *    *    * *        *     *    * *   * *        *     *»!
  1.05 T «   *  *  *    *   *  *       *      *   *  *   **         *     *»!
  1.06 T «    *****     *  *   *        *     * *    *   *  *       ******»!
  1.07 T «      *       * *    *   *   *     * *    *   *   *       *     *»!
  1.08 T «      *       *       *     ***      *       *   *    **   *     *»!
  1.09 T «          ********************8 КЛАСС  ****************»!!

1.10 T  «              ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ В ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ЗЕМЛИ»!!; D 5
1.11 D  6;T  « НАПРАВИМ ОСЬ X ГОРИЗОНТАЛЬНО, А ОСЬ У —
        ВЕРТИКАЛЬНО ВВЕРХ»
1.12 T  «ЗА НАЧАЛО ОТСЧЕТА ВОЗЬМЕМ ТОЧКУ БРОСАНИЯ»!!; D 14
1.13 A  «МОДУЛЬ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ VO(M/C)=», VO; D8
1.14 A  «УГОЛ НАКЛОНА ВЕКТОРА СКОРОСТИ A(GRAD)=», L
1.15 S  G=—9,8;  A=L*3.14/180;I (90—L)1.16,1.18,1.16
1.16 T  !«      ТЕЛО ДВИЖЕТСЯ ПО ПАРАБОЛЕ»!!;I(A)1.17,2.56,1.17
1.17 T  «      НАЖМИТЕ ⟨ВК⟩»!; X FCHR(—1,12,7); G 1.21
1.18 X  FCHR(12,7);T !!!«ТЕЛО БРОШЕНО ВЕРТИКАЛЬНО»!; G 2.04
1.21 T  !!!«#»!
1.22 T  «У Э»!
1.23 T  «  Э  »!
1.24 T  «  Э                  . . .    »!
1.25 T  «  Э            .              .  »!
1.26 T  «  Э         .                  .»!
1.27 T  «  Э      .                        .»!
1.28 T  «  Э    .                             .»!
1.29 T  «  Э .                                 .»!
1.30 T  «—Э————————————————————————————————⟩»!
1.31 T  «0 Э                                    X»!
1.32 T  «ПРОЕКЦИЯ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ НА ОСЬ У     VOЫ=
        =VO*SIN(A)»!
1.33 S  VOY=V0*FSIN(A);T%8.02 «VOЫ=»,VOY,«  M»!!
1.34 T  «ВДОЛЬ ГОРИЗОНТА СКОРОСТЬ НЕ МЕНЯЕТСЯ    VOЬ=
        =V0*COS(A)»!
1.35 S  VOX=V0*FCOS(A);T «VOЬ=», VOX,«  M»!!
1.37 T  «  НАЖМИТЕ ⟨ВК⟩»;X FCHR(—1,12,7)
1.38 A  «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ПОЛЕТА T(СЕК)=», T;  T=FABS(T); D 7
1.39 T  !!!«КООРДИНАТА В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ      X=
        =V0*T  »!
1.40 T  «X=»,V0*T,«  M»,!!
1.41 T  «                                                    1/2»!
1.42 T  «СКОРОСТЬ В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ        V=(VOЬ∧2+
        +VЫ∧2)»!
1.43 S  VY=VOY+G*T; T «V=»,FSQT(VOX∧2+VУ∧2), «  M/C»!!
1.44 T  «ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА                    TL=2*VOЫ/G»!
1.45 T  %5.01«TL=»,TL,»  СЕК»!!;S L=FABS(VOX*TL)
1.46 T  «МАКСИМАЛЬНАЯ ВЫСОТА ПОЛЕТА              H=
        =—VOЫ∧2/2G»!
1.47 T  %8.02«H=»,FABS(VOУ∧2/(G*2)),«  M»!!
1.48 T  «МАКСИМАЛЬНАЯ ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА            L=VOЬ*TL»!,
        «L=»,L,«M»
1.49 T  !!;I (I)1.55,1.55,1.50
```

```
1.50 S   I=I+I;I(I—N)1.56,1.56,1.51
1.51 S   I=0;S N=0; G2.23
1.52 I   (X)1.53,1.54,1.01
1.53 A   «ВЫ ОШИБЛИСЬ, НАЖМИТЕ 1 ИЛИ 0», X;!T!;G  1.52
1.54 G   2.55
1.55 A   «СКОЛЬКО РАЗ ВЫ ХОТИТЕ ПОВТОРИТЬ ИССЛЕДОВАНИЕ?»,
         N;G 1.50
1.56 T   «ПОВТОРИТЕ ИССЛЕДОВАНИЕ»!;G 1.13
2.04 A   «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ПОЛЕТА T(СЕК)=»,T
2.05 S   TL=FABS(2*V0/G);I  (T—TL)2.07,2.07,2.08
2.07 D   10;G 2.15
2.08 T   %3.01«ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА»,TL,«  СЕК»,%8.04,!
2.09 A   «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ЗАНОВО T(СЕК)=»,T;G 2.05
2.11 T   !!«СКОРОСТЬ В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ   V=V0+GT»!
2.12 T   «V=»,V0+G*T,«  M/C»,!
2.13 T   «КООРДИНАТА В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ   У=VT+
         +GT∧2/2»!
2.14 T   «У=»,V*T—(⟨G*T∧2⟩/2),«  M»!;G 1.49
2.15 I   (V0)2.16,2.17,2.18
2.16 T   !«ТЕЛО БРОШЕНО ВНИЗ»!!;G 2.11
2.17 T   !«ТЕЛО СВОБОДНО ПАДАЕТ»!
2.18 I   (T+V0/G)2.19,2.21,2.22
2.19 T   !«ТЕЛО ЛЕТИТ ВВЕРХ»;G 2.11
2.21 T   !«ТЕЛО В ВЕРХНЕЙ ТОЧКЕ»;G 2.11
2.22 T   !«ТЕЛО ЛЕТИТ ВНИЗ»;G 2.11
2.23 T   !!«ЕСЛИ ХОТИТЕ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ, НАЖМИТЕ 1, НЕТ—0»; A X;
         G 2.24
2.24 I   (X)2.25,2.26,2.27
2.25 A   «ВЫ ОШИБЛИСЬ, НАЖМИТЕ 1 ИЛИ 0», X;G 2.24
2.26 G   2.55
2.27 X   FCHR(12,7);T!!!!«  ЗАДАЧА 1»!!!
2.28 T   «КАК ИЗМЕНИТСЯ ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА ТЕЛА,»!
2.29 T   «БРОШЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО С НЕКОТОРОЙ»!
2.31 T   «ВЫСОТЫ, ЕСЛИ СКОРОСТЬ БРОСАНИЯ УВЕЛИ-»!
2.32 A   «ЧИТЬ ВДВОЕ?», X;T!!
2.33 I   (X—2)2.34,2.36,2.34
2.34 T   «НЕВЕРНО»!;S A=0;G 2.73
2.36 S   A=1;T «ПРАВИЛЬНО, МОЛОДЕЦ!»!, «НАЖМИТЕ⟨ВК⟩»;X FCHR
         (—1,12,7);G 2.73
2.37 T   «    ЗАДАЧА 3»!!!
2.38 T   «НАЙДИТЕ ВЫСОТУ И ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА ТЕЛА,»!
2.39 T   «БРОШЕННОГО С НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТЬЮ 40 М/С»!
2.42 T   «ПОД УГЛОМ 60 ГРАДУСОВ К ГОРИЗОНТУ.»!;G 3.21
2.44 A   «ВЫСОТА H=»,H; S  H=FITR(H)
2.45 I   (H—61)2.46,2.72,2.46
2.46 T   «НЕВЕРНО»!;S  C=0
2.47 A   «ДАЛЬНОСТЬ L=», L;S  L=FITR(L)
2.48 I   (L—140)2.49,2.51,2.49
2.49 T   «НЕВЕРНО»!; S  D=0;G 2.85
2.51 T   «ПРАВИЛЬНО, МОЛОДЕЦ!»!;S  D=1;G 2.85
2.52 D   15;T «ЕСЛИ ХОТИТЕ ПОВТОРИТЬ, НАЖМИТЕ 1, НЕТ—0»; A X
2.53 I   (X)2.54,2.55,1.01
2.54 A   «ВЫ ОШИБЛИСЬ, НАЖМИТЕ 1 ИЛИ 0», X;G 2.53
2.55 E;  T!!«          КОНЕЦ»;Q
2.56 T   «     НАЖМИТЕ⟨ВК⟩»!!;X FCHR(—1,12,7)
2.57 T   «  ТЕЛО БРОШЕНО ГОРИЗОНТАЛЬНО»!,«#»,!
2.58 T   «У Э»!
2.59 T   «   Э .»!
2.61 T   «   Э       .»!
2.62 T   «   Э             .»!
```

```
2.63 T  «   Э                  .»!
2.64 T  «   Э                        .»!
2.65 T  «   Э                             .»!
2.66 T  «   Э                                .»!
2.67 T  « —Э———————————————————————————-〉»!
2.68 T  «  0Э                                X»!
2.69 D  11
2.72 T  «ПРАВИЛЬНО»!;S  C=1;G 2.47
2.73 T  !«  ЗАДАЧА 2»!!!
2.74 T  «ВО СКОЛЬКО РАЗ НАДО УВЕЛИЧИТЬ НАЧАЛЬНУЮ»!
2.75 T  «СКОРОСТЬ БРОШЕННОГО ВВЕРХ ТЕЛА, ЧТОБЫ ВЫСО-»!
2.76 A  «ТА ПОД'ЕМА УВЕЛИЧИЛАСЬ В ЧЕТЫРЕ РАЗА?»,V1;T !!
2.77 I  (V1—2)2.78,2.79,2.78
2.78 T  «НЕВЕРНО»!;S  B=0;G 2.81
2.79 T  «ПРАВИЛЬНО»!S  B=1
2.82 T  !!«   НАЖМИТЕ 〈ВК〉»;X FCHR(—1,12,7)
2.83 G  2.37
2.85 T  !!«   НАЖМИТЕ 〈ВК〉»;X FCHR(—1,12,7)
2.87 T  !!«    ЗАДАЧА 4»!!!
2.88 T  «ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА ТЕЛА, БРОШЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО»!
2.89 T  «С НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТЬЮ 10 М/С, РАВНА ВЫСОТЕ
        БРОСАНИЯ.»!
2.90 A  «С КАКОЙ ВЫСОТЫ БРОШЕНО ТЕЛО?»,H
2.92 I  (H—20)2.93,2.94,2.93
2.93 T  !!«НЕВЕРНО»!;S  E=0;G 2.95
2.94 T  !!«ПРАВИЛЬНО»;S  E=1
2.95 G  2.52
2.98 Q
3.21 T  «ПОЛЬЗУЙТЕСЬ РЕЖИМОМ КАЛЬКУЛЯТОРА»!;D 4
3.23 T  «ПОСЛЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ НАЖМИТЕ G 2.44»!
3.25 X  FCHR(23,27,89,32+23,32,27,69)
3.31 R
4.01 T  «     ****************************************»!
4.20 T  «     * СИМВОЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ВЫЧИСЛЕНИЯХ: *»!
4.23 T  «     *                                      *»!
4.25 T  «     * +СЛОЖЕНИЕ,— ВЫЧИТАНИЕ,/ДЕЛЕНИЕ,      *»!
4.26 T  «     * ∧ВОЗВЕДЕНИЕ В СТЕПЕНЬ, () СКОБКИ     *»!
4.27 T  «     *
4.29 T  «     * ДЛЯ РАСЧЕТА В РЕЖИМЕ КАЛЬКУЛЯТОРА    *»!
4.32 T  «     * НАЖМИТЕ: T(НАПРИМЕР:T 2*3—2∧2)       *»!
4.33 T  «     * ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ НАЖМИТЕ 〈ВК〉 *»!
4.35 T  «     ****************************************»!!
4.36 T  !!«     ЗАПИШИТЕ НУЖНЫЕ ВАМ СИМВОЛЫ В ТЕТРАДЬ»!
5.10 T  «        РАБОТА МАЛЕЕВА АНТОНА, УЧЕНИКА 9 В КЛАССА»!
5.20 T  «                    ШКОЛЫ 609»!
5.30 T  «              РУКОВОДИТЕЛЬ ГАФИНОВИЧ Н. М.»!
5.40 T  «                    G. МОСКВА»!
5.50 T  !!«       НАЖМИТЕ〈ВК〉»;X FCHR(—1,12,7)
5.60 D  13
6.10 T  !!«     ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ В ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ЗЕМЛИ»!!;D 9
7.20 S  TL=FABS(2*VOY/G);I (T—TL)7.3,7.3,7.4
7.30 R
7.40 T  %5.01«ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА»,TL,« СЕК»,!;T %8.04
7.50 A  «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ЗАНОВО T=»,T;G 7.2
8.10 I  (V0)8.20,8.21,8.20
8.20 R
8.21 X  FCHR(12,7);T !«     ТЕЛО СВОБОДНО ПАДАЕТ ВНИЗ»!
8.23 A  «ВВЕДИТЕ ВЫСОТУ, С КОТОРОЙ БРОШЕНО ТЕЛО H(M)=»,H
8.25 T  !;D10
8.26 T  «                    144444»!
```

```
8.27 T  «ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА      TL= 4\/ 2H/G»!
8.29 S  G=—9.8;S  TL=FSQT(FABS(2*H/G));T %8.01« TL=»,TL,  «СЕК»,!
8.31 A  «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ПОЛЕТА T(СЕК)=»,T
8.32 I  (T—TL)8.37,8.37,8.34
8.34 T  «ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА»,TL,  «СЕК»,!
8.36 A  «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ЗАНОВО»T;G 8.32
8.37 T  !«СКОРОСТЬ В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ V=GT»,!
8.39 T  «V=»,FABS(G*T),»  M/C»,!
8.41 T  «КООРДИНАТА В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ У=VT+GT∧2/2»!
8.42 T  «У=»,V*T—(G*T∧2)/2,»  M»,!
8.43 T  «    НАЖМИТЕ〈ВК〉»;X FCHR(—1,12,7)
8.45 G  1.49
9.10 T  «   4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4»!
9.20 T  «  Э     ПРОСЛЕДИТЕ:                                    Э»!
9.30 T  «  Э  КАК ЗАВИСИТ МАКСИМАЛЬНАЯ ВЫСОТА
                ПОЛЕТА ОТ УГЛА                                 Э»!
9.40 T  «  Э  НАКЛОНА ВЕКТОРА СКОРОСТИ                        Э»!
9.45 T  «  Э                                                   Э»!
9.50 T  «  Э  КАК ИЗМЕНЯЕТСЯ ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА
                В ЗАВИСИМОСТИ                                  Э»!
9.60 T  «  Э  ОТ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПРИ НЕИЗМЕННОМ
                УГЛЕ НАКЛОНА                                   Э»!
9.65 T  «  Э                                                   Э»!
9.70 T  «     4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4»!
10.10 T «   # »!
10.20 T « У Э     ¤»!
10.25 T «   Э     ¤»!
10.30 T «   Э»!
10.35 T «   Э     ¤»!
10.45 T «   Э»!
10.50 T «   Э     ¤»!
10.55 T «   Э»!
10.70 T «   Э     ¤»!
10.90 T «  4Э444444444444444444444444 X»!
11.10 A «  ВВЕДИТЕ ВЫСОТУ, С КОТОРОЙ БРОШЕНО ТЕЛО H(M)=»,H
11.15 T !«ПРОЕКЦИЯ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ НА ОСЬ У  VOЫ=
        =V0*SIN(A)»!
11.17 S VOУ=V0*FSIN(A);T  «VOЫ=»,FABS(VOУ),«  M»,!!
11.19 T «ВДОЛЬ ГОРИЗОНТА СКОРОСТЬ НЕ МЕНЯЕТСЯ  VOЬ=
        =V0*SOS(A)»!
11.21 S VOX=V0*FCOS(A);T «VOЬ=»,VOX»,  M»,!!
11.23 T !«   НАЖМИТЕ 〈ВК〉»;X FCHR(—1,12,7)
11.25 A «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ПОЛЕТА T(СЕК)=»,T;D 12
11.27 T !!«КООРДИНАТА В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ  X=V0*T»!
11.29 S X=V0*T;T %8.02«X=»,X,«  M»,!!;S VУ=VOУ+T*G
11.30 T «                                  /44444444444»!
11.31 T «СКОРОСТЬ В ДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ  V=4\/VOЬ∧2+
        +VЫ∧2»!
11.33 S V=FSQT(VOX∧2+VУ∧2);T «V=»,V,«  M»,!!
11.34 T «                                          1/2
11.35 T «ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА                TL=(2H/G)»!/
11.37 T %8.01«TL=»,TL,«  СЕК»,!!
11.39 T «МАКСИМАЛЬНАЯ ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА      L=V*TL»!
11.41 S L=V*TL;T %8.02«L=»,L,«  M»,!!
11.43 G 1.49
12.10 S TL=FABS(2*H/G);I (T—TL)12.20,12.20,12.30
12.20 R
12.30 T %5.01«ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА»,TL,«  СЕК»,!
12.40 A «ВВЕДИТЕ ВРЕМЯ ЗАНОВО T(СЕК)=»,T;G 12.10
13.05 X FCHR(12,7);T !!!
```

```
13.10 T  «     ПРОГРАММА ПРЕДУСМАТРИВАЕТ ИССЛЕДОВАНИЕ»!
13.20 T  «   ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА В ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ЗЕМЛИ.»!
13.25 T  «   В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛО»!
13.30 T  «   МОЖЕТ ДВИГАТЬСЯ ПО ВЕРТИКАЛИ, ПО ПАРАБОЛЕ.»!
13.35 T  «   ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ДОЛЖЕН ЗАДАТЬ НАЧАЛЬНЫЕ»!
13.38 T  «   ПАРАМЕТРЫ ПОЛЕТА И ВРЕМЯ ОТ НАЧАЛА ДВИЖЕНИЯ»!
             ТЕЛА.»!
13.40 T  «    Э В М  ПРОАНАЛИЗИРУЕТ ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ»!
13.43 T  «   ТЕЛА, КООРДИНАТУ И СКОРОСТЬ В ДАННЫЙ МОМЕНТ»!
13.45 T  «   ВРЕМЕНИ, ВРЕМЯ ВСЕГО ПОЛЕТА, МАКСИМАЛЬНУЮ»!
13.47 T  «   ВЫСОТУ И ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА, ОДНОВРЕМЕННО»!
13.49 T  «   ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ЗНАКОМИТСЯ С ЗАКОНОМЕРНОСТЯМИ»!
13.51 T  «   ДВИЖЕНИЯ В КАЖДОМ КОНКРЕТНОМ СЛУЧАЕ, ПРИ»!
13.53 T  «   ЖЕЛАНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ МОЖЕТ ПОВТОРИТЬ»!
         «   ИССЛЕДОВАНИЕ.»!
13.54 T  «     ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ»!
13.56 T  «   МОЖЕТ ПРОВЕРИТЬ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАНИЯ ПУТЕМ»!
13.60 T  «   РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ.»!!!
13.65 T  «    НАЖМИТЕ ⟨ВК⟩»;X FCHR(—1,12)
13.70 T  !!!!  ;D 4
13.75 T  !!!!»      НАЖМИТЕ ⟨ВК⟩»;X FCHR(—1,12,7)
14.10 T  «       ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАДАЙТЕ»!
14.20 T  «      НАЧАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ»!
15.05 S  M=A+B+C+D+E;I   (M—2)15.10,15.10,15.15
15.10 S  M=2
15.15 T %1.00,!!«  ВАША ОЦЕНКА :»,M,%8.04!!
15.20 I  (M—3)15.25,15.30,15.35
15.25 T  «ВЫ ПЛОХО ПОДГОТОВИЛИСЬ ПО ТЕМЕ»,!
15.27 T  «ИЗУЧИТЕ ЕЩЕ РАЗ ТЕОРИЮ»,!!!
15.29 T  «   НАЖМИТЕ⟨ВК⟩»;X FCHR(—1,7,12);G 1.11
15.30 T  «ВЫ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО ПОДГОТОВИЛИСЬ ПО ТЕМЕ»,!!;R
15.35 I  (M—4)15.30,15.40,15.45
15.40 T  «ВЫ ХОРОШО ПОДГОТОВИЛИСЬ ПО ТЕМЕ»,!!;R
15.45 T  «ВЫ ОТЛИЧНО ПОДГОТОВИЛИСЬ ПО ТЕМЕ»,!!R
```

Приложение 2

```
*
?OO AT  0.00
ГОТОВНОСТЬ К РАБОТЕ
*
*W  A
C:   Ф О К А Л
  1.01 X FCHR(12,7);T ! «              *      *   *    **   *   *  *  **
**  ** »,!
  1.02 T  «    *****    *     **    *  *    *     **   *  *          ***»,!
  1.03 T  «   *  *  *   *    * *       *    *    * *   * *       *    *»,!
  1.04 T  «   *  *  *   *   *  *       *    *   *  *   **        *    *»,!
  1.05 T  «    *****    *  *   *       *    *  *   *   *  *      ******»,!
  1.06 T  «      *      * *    *    *  *    * *    *   *   *     *    *»,!
  1.07 T  «      *      *      *     **     *      *   *    **   *    *».!!!
  1.08 T  «      ******************** 8 KLASS ********************  »,!!
  1.09 T  «          ЗАВИСИМОСТЬ ВЕСА КОСМОНАВТА ОТ УСКОРЕНИЯ
  D  90              КОРАБЛЯ »,!;
  1.10 X  FCHR(12);T !!«  ПРОГРАММА ПРЕДУСМАТРИВАЕТ
          ПРОВЕДЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО»,!
  1.11 T  «ЭКСПЕРИМЕНТА ПО НАБЛЮДЕНИЮ ЗАВИСИМОСТИ ВЕСА
          КОСМОНАВТА»,!
  1.12 T  «ОТ УСКОРЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ»,!
```

```
1.40 T  «ВЫБЕРЕМ СИСТЕМУ ОТСЧЕТА, СВЯЗАННУЮ»,!
1.50 T  «С ЗЕМЛЕЙ, ОСЬ КООРДИНАТ НАПРАВИМ ВНИЗ.»,!!
1.51 T  «ПРИ СТАРТЕ В ДАННОЙ СИСТЕМЕ ОТСЧЕТА ПРОЕКЦИЯ
        УСКОРЕНИЯ»,!
1.52 T  «КОРАБЛЯ — ВЕЛИЧИНА О Т Р И Ц А Т Е Л Ь Н А Я,»,!
1.53 T  «ПРИ ВЫХОДЕ НА ОРБИТУ ВОКРУГ ЗЕМЛИ — УСКОРЕНИЕ=
        =9.8 M/S,»,!
1.54 D  81
1.55 T  !!!!!!«НАЖМИТЕ ⟨ВК⟩ »;X FCHR(—1)
1.60 G  10.5
1.78 T  «    ПУСТЬ МАССА КОСМОНАВТА M(KG)=80, »,!
1.80 T  «А УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ G(M/Ц∧2)=9.80 »,!
1.90 S  M=80; S G=9.80; S R1=M*G;T %8.01
1.99 T  «                                          ____________ »,!
2.10 T  «СИЛУ ТЯЖЕСТИ РАССЧИТАЕМ ПО ФОРМУЛЕ: P(H)=M*G »,!
2.11 T  «                                          ____________»,!
2.19 T                                  ____________ »,!
2.20 T  «ВЕС ТЕЛА РАВЕН:          P(H)=M*(G—A)    »,!
2.21 T  «                          ____________»    ,!!
2.22 T  !!,«          НАЧИНАЕМ ИССЛЕДОВАНИЕ      »,!
2.30 T  !!!,«ЗАДАДИМ УСКОРЕНИЕ КОРАБЛЯ: »,!
2.40 A  «A(M/S∧2)=»,A
2.41 T  «СИЛА ТЯЖЕСТИ, ДЕЙСТВУЮЩАЯ НА ТЕЛО P1(H)=»,P1,!
2.50 S  P=M*(G—A)
2.80 I  (A) 3.1,2.9,3.3
2.90 T  «ВЕС ТЕЛА РАВЕН СИЛЕ ТЯЖЕСТИ»,«P(H)=»,P,!; G 2.3
3.10 T  «РАКЕТА ЛЕТИТ ВВЕРХ — ВОЗНИКАЮТ ПЕРЕГРУЗКИ»,!
3.20 T  «ВЕС КОСМОНАВТА БОЛЬШЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ»,«P(H)=»,P,!;G 2.3
3.30 I  (G—A) 3.6,3.4,3.5
3.40 T  «ВЕС КОСМОНАВТА РАВЕН 0 — Н Е В Е С О М О С Т Ь»,!
3.41 T  «КОРАБЛЬ ВЫШЕЛ НА ОРБИТУ.»,!;G 3.8
3.50 T  «ВЕС ТЕЛА УМЕНЬШАЕТСЯ»,«P(H)=»,P,!;G 2.3
3.60 T  «ВЕС ЧИСЛО ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ — ТЕЛО ПРИЖИМАЕТСЯ К
        ПОТОЛКУ», «P(H)=»,P,!;G2.3
3.80 T  !!!!,«ХОТИТЕ ЗНАТЬ РАДИУС ОРБИТЫ РАКЕТЫ?»,!
3.90 T  «НАЖМИТЕ СООТВЕТСТВЕННО YES ИЛИ NO»,!
4.10 A  ANS
4.20 I  (ANS—0NO) 4.60,4.4,4.60
4.30 T  «КОНЕЦ»,!
4.40 T  «ЕСЛИ ВЫ ВСЕ ПОНЯЛИ, ПОПРОБУЙТЕ РЕШИТЬ»,!
4.50 T  «ЗАДАЧУ»,!!;G 5.22
4.60 X  FCHR(12);T«ЗАДАДИМ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ КОРАБЛЯ:»,!
4.70 A  «V(M/C)=»,V
4.72 T  «УСКОРЕНИЕ КОРАБЛЯ  A=»,A,!
4.80 T  «РАДИУС ОРБИТЫ РАССЧИТАЕМ ПО ФОРМУЛЕ:»,!
4.90 T  «                    4444444444444444444    »,!
4.91 T  «                 Э   R(M)=(V∧2)/A     Э»,!
4.92 T  «                    ..................................  »,!
5.10 S  R=(V∧2)/A
5.20 T  «РАДИУС ОРБИТЫ R(M)= »,R,!!;G 14.1
5.22 T  «ХОТИТЕ РЕШИТЬ ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ?»,!
5.24 T  «НАЖМИТЕ СООТВЕТСТВЕННО YES ИЛИ NO  »,!
5.25 A  ANS
5.26 I  (ANS—0NO) 5.30,5.27,5.30
5.27 T  «КОНЕЦ»,!;Q
5.30 T  «ЗАДАЧА 1 »,!!!
5.40 T  «С КАКИМ УСКОРЕНИЕМ ДОЛЖНО ПОД»,!
5.50 T  «ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ДВИГАТЬСЯ»,!
5.60 T  «ТЕЛО, ЧТОБЫ ВЕС ТЕЛА БЫЛ РАВЕН 0?»,!!
```

```
5.70 T ««УСКОРЕНИЕ РАВНО:»,!
5.80 A  «A1(M/S∧2)=»,A1
5.90 I  (9.80—A1) 6.1,6.3,6.1
6.10 T  «НЕВЕРНО, ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:9.8»,!;S  K1=1; G 6.40
6.30 T  «ПРАВИЛЬНО — МОЛОДЕЦ»,!!!
6.40 T  «ЗАДАЧА 2»,!!!
6.50 T  «С КАКИМ УСКОРЕНИЕМ ДОЛЖНО ПОД»,!
6.60 T  «ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ДВИГАТЬСЯ»,!
6.70 T  «ТЕЛО, ЧТОБЫ ВЕС ТЕЛА БЫЛ»,!
6.80 T  «ВДВОЕ БОЛЬШЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ?».!
6.90 T  «УСКОРЕНИЕ РАВНО:»,!
7.10 A  «A2(M/C¬2)=»,A2
7.20 I  (9.80+A2) 7.3,7.5,7.3
7.30 T  «НЕВЕРНО.ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:—9.8»,!;S  K2=1;G 7.9
7.50 T  «ПРАВИЛЬНО — МОЛОДЕЦ»,!!!;G 7.9
7.90 T  «ЗАДАЧА 3»,!!!
8.10 T  «НАЙДИТЕ РАДИУС ОРБИТЫ СПУТНИКА,»,!
8.20 T  «ЕСЛИ V=11200,A УСКОРЕНИЕ A=20?»,!
8.30 T  «РАДИУС РАВЕН:»,!
8.40 A  «R(M)=»,R
8.50 I  (6272000—R) 8.7,8.6,8.7
8.60 T  «ПРАВИЛЬНО — МОЛОДЕЦ»,!;G 15.01
8.70 T  «НЕВЕРНО — ПРАВИЛЬНЫЙ  ОТВЕТ:6272000»,!;S  K3=1;G 15.01
10.50 X  FCHR(12); T !»   Э  »,!
10.60 T  «    Э        /  \   »,!
10.70 T  «    Э       /    \   »,!
10.90 T  «    Э      /      \ »,!
11.10 T  «    Э     Э       Э  »,!
11.20 T  «    Э     Э       Э  »,!
11.30 T  «    Э   Э ○ ○ Э   »,!
11.40 T  «    Э   Э ○ ○ Э   »,!
11.50 T  «    Э   Э  Э   Э   »,!
11.60 T  «    Э   Э  Э——Э   »,!
11.70 T  «    Э   /Э\/МГ МГЭ\»,!
11.80 T  «    Э   Э Э       Э Э   »,!
11.90 T  «    Э   Э Э       Э Э     »,!
12.10 T  «    Э      Э/444444\Э    »,!
12.20 T  «У   /   »,!
12.30 T  «      ————————————————————————————————〉   »,!
12.40 T  «     ////////////////////////////////////// X   »,!
12.41 T  !!!«НАЖМИТЕ 〈ВК〉  »;X FCHR(—1)
12.42 X  FCHR(12);G 1.78
14.10 T  «ХОТИТЕ ЕЩЕ РАЗ ИЗУЧИТЬ ТЕОРИЮ?  »,!
14.20 A  «НАПЕЧАТАЙТЕ NO ИЛИ YES»,ANS
14.30 I  (ANS—0NO) 14.5,14.4,14.5
14.40 G 5.22
14.50 T  !, «НАЧИНАЕМ СНАЧАЛА»,!;G 1.1
15.01 T !!,«      ЗАДАЧА 4»,!
15.02 T !!!,«С КАКИМ УСКОРЕНИЕМ В СИСТЕМЕ ОТСЧЕТА "ZWEZDY"»,!
15.03 T  «ДОЛЖНА ЛЕТЕТЬ РАКЕТА В МЕЖПЛАНЕТНОМ
         ПРОСТРАНСТВЕ»,!
15.04 T  «(ВДАЛИ ОТ ТЕЛ БОЛЬШОЙ МАССЫ), ЧТОБЫ ВЕС ТЕЛ ОТНО-»,!
15.05 T  «СИТЕЛЬНО РАКЕТЫ БЫЛ ТАКОЙ ЖЕ, КАК ПРИ ПОКОЕ НА ПО-»,!
15.06 T  «ВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ?»,!
15.07 A  «A(M)=»,A3
15.08 I  (9.8—A3) 15.19,15.11,15,19
15.11. T  «ПРАВИЛЬНО — МОЛОДЕЦ»,!;G 15.40
15.19 T  «НЕВЕРНО.ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:9.8»,!;S K4=1
15.40     K=K1≡K2+K3+K4
15.41     KO=4—K
```

```
15.42 T  %1.00
15.43 T  «ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ:»,КО,!
15.44 T  «НЕПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ:»,К,!
15.45 E  ;Q
81.10 T  «ПРИ СПУСКЕ ПРОЕКЦИЯ УСКОРЕНИЯ КОРАБЛЯ —
         ВЕЛИЧИНА»,!
81.20 T  «П О Л О Ж И Т Е Л Ь Н А Я.»,!!
81.30 T  «В КОНЦЕ ПРОГРАММЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЮ ПРЕДЛАГАЕТСЯ»,!
81.40 T  «ЗАДАЧИ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ»,!
90.01 T  !,«          PROGRAMMU SOSTAWILA U∧ENICA 9-B KLASSA
            CKOLY 609»,!;G 90.03
90.02 T  «              RUKOWODITELX GAFINOWI∧ H.M. »,!
90.03 T  «                  BELQEWA ÞLIQ »,!;D 90.02
90.04 T  «                  G. MOSKWA »,!
90.05 T  !!!,«НАЖМИТЕ ⟨ВК⟩ »;X FCHR(—1) X FCHR(12)
```

Приложение 3

```
?OO AT  0.00
ГОТОВНОСТЬ К РАБОТЕ
*WA
C:  Ф О К А Л
   1.01 E;X FCHR(12);D 2;D 7.11
   1.02 T  !!!«     *****   *****  *****  *      *    ***»,!
   1.03 T  «          *       *      *   *  **    **  *   *»,!
   1.04 T  «          *       ****   ****   * * * *   *   *»,!
   1.05 T  «          *       *      *        *   *   *   ****»,!
   1.06 T  «          *       *****  *        *       *   *   *»,!!!;
   G7.2
1.07 E;X FCHR(12);A «НАЧАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА(S) »,T1,!
1.08 A «КОНЕЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА(S) »,T2,!,«ТЕМПЕРАТУРА
       ПЛАВЛЕНИЯ (S) »,TP,!
1.09 A «ТЕМПЕРАТУРА КИПЕНИЯ(S) »,TK,!
1.10 I(TK—TP)1.8,1.8;A «МАССА (KG) »,M,;G 3.01
1.15 D 1.84;I(TP—T2)1.2,1.17;S Q=C1*M*(T2—T1)+Q;G 1.76
1.17 D 8;T «ДОЛЖНО ЛИ ТЕЛО ПЛАВИТЬСЯ?»,!!;D 3.98;D 4;G 1.76
1.20 D          1.87;D 7.5;D 1.85;D 4.3;I(T2—TK)1.24;S T4=TK—TP;D 1.25;
                D 5;G 1.76
1.24    T4=T2—TP;D 1.25;G 1.76
1.25 S Q=Q + C2*T4*M
1.36 D 1.85;I(TP—T2)1.46,1.39;D 1.87;D 7.5;S T5=TP—T1;D 4.09;D1.84
1.37 S  Q=Q + (T2—TP)*C1*M;G 1.76
1.39 S T5=TP—T1
1.40 D 9;T «ДОЛЖНО ЛИ ТЕЛО ЗАТВЕРДЕВАТЬ?»;D 3.98;D 4;G 1.76
1.46 I(T2—TK)1.47;    T4=TK—T1;D 1.25;D 5;G 1.76
1.47 S T4=T2—T1;D 1.25;G 1.76
1.57 D 6;I(T2—TK)1.62,1.59;S Q=C3*M*(T2—T1)Q+A;G 1.76
1.59 S Q=C3*M*(TK—T1) + A;D 5;G 1.76
1.62 D 1.88;S Q=C3*M*(TK—T1)—R*M + A
1.63 I(T2—TP)1.66,1.64;S  T4=T2—TK;D 1.85;D 1.25;G 1.76
1.64 S T5=TP—TK;D 1.85;G 1.4
1.66 S T5=TP—TK;D 1.87;D 7.5;D 1.85;D 4.09;D 1.84;S
                Q = Q + C1*M*(T2—TP);G 1.76
1.76. T «OTBET :KOLI∧ESTWO TEPLOTY «;T Q;T » ДУ»,!!
1.77 T «НУЖНО ЛИ ВАМ ПРОДОЛЖАТЬ РАСЧЕТЫ?»,!!;D 3.98
1.78 S DGR=FCHR(—1);I (DGR—78)1.9,1.79,1.9
1.79 E; «НЕТ»,!!;Q
1.80 T «OTIBKA PRI WWODE DANNYH!»,!
1.81 T «ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ БОЛЬШЕ ИЛИ
       РАВНОЙ»,!
```

```
1.82 T «ТЕМПЕРАТУРЕ КИПЕНИЯ»,!!;A «NAVMITE ⟨ВК⟩»,WR;E;G 1.07
1.84 A «УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА(DV/KG*S)»,
     C1,!
1.85 A «УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ЖИДКОГО ВЕЩЕСТВА (DV/KG*S)».
     C2,!
1.87 A «УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ(DV/KG)»,L,!
1.88 A «УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ(DV/KG)»,R,!
1.90 T «ДА»;G 1.07
2.01 S У=5;S  X=8;D 2.18;S N=11;S U=70;D 2.19;S У=7;S X=14;
D2.18;S P=11;D 2.21
2.02 X FCHR(29);S N=5;D 2.19;X FCHR(25);D 2.22;S M=28;D 2.23;
          D 2.2
2.03 S У=5;S X=19+L;D 2.18;S N=11;S U=73;D 2.19;S X=21+L;
       S У=13;D 2.18:G 2.04
2.04 S K=28;S C=5;D 2.24;S X=26+L;S У=5;D 2.18;D 2.19
2.05 S X=31;S У=6;D 2.18;S U=90;D 2.3;D 2.23;S P=6;D 2.22;
          S M=29;D 2.23;S N=4
2.06 D 2.19;X FCHR(26);D 2.3;D 2.23;D 2.19;X FCHR(25);D 2.21;X FCHR(28);
     D 2.3
2.07 S L=22;D 2.03;S X=53;D 2.18;S U=75;D 2.19; S X=54;S У=11;D 2.18;
     D 2.24
2.08 X FCHR(26);S N=2;D 2.2;S У=9;D 2.18;S K=29;D 2.24;X FCHR(26);
     D 2.19
2.09 S У=15;S X=63;D 2.18;S N=8;S U=65;D 2.2;X FCHR(25);S C=3;
       S K=28;D 2.24
2.10 X FCHR(29,25, U);S N=11;D 2.19;S X=66;S У=12;D 2.18;F I=1,3;
     X FCHR(14,U)
2.11 E;F I=1,20;S B=B+100
2.12 X FCHR(12);E;R
2.17 X FCHR(26,26,28)
2.18 X FCHR(23,27,89,32+У,32+X,27,69)
2.19 F I=1,N;X FCHR(14,U,U,U,26,26,26,29)
2.20 F I=1,N;X FCHR (14,U,U,U,26,26,26,28)
2.21 F I=1,P;X FCHR(14,U,26,26)
2.22 F I=1,P;X FCHR(14,U)
2.23 X FCHR(26,26,M)
2.24 F I=1,C;X FCHR(14,U,U,26,K)
2.30 X FCHR(14,U,U,U)
3.01 I(TP—T1)3.17,3.03;D 3.9;D 3.84;G 1.15
3.03 T «НАЧАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА РАВНА ТЕМПЕРАТУРЕ
     ПЛАВЛЕНИЯ.»,!
3.04 T «ПОЭТОМУ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЯ ЗАДАЧИ, ВЕЩЕСТВО
     МОЖЕТ»,!
3.05 T «БЫТЬ ЛИБО В ТВЕРДОМ ЛИБО В ЖИДКОМ АГРЕГАТНОМ
     СОСТОЯНИИ,»,!
3.06 T «ЛИБО ТОЛЬКО ЧАСТЬ ВЕЩЕСТВА НАХОДИТСЯ В ОДНОМ ИЗ ЭТИХ
     СОСТОЯНИЙ.»,!
3.07 I(TP—T2)3.15,3.1;D 3.87;T «НАХОДИТСЯ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ»;
     D 3.88
3.08 D 1.87;S Q=—V*M*L;G 1.15
3.10 D 3.87;T «НАХОДИТСЯ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ»;D 3.88
3.11 T «КОНЕЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА РАВНА ТЕМПЕРАТУРЕ ПЛАВЛЕНИЯ.»,!;
     T «ПОЭТОМУ»
3.12 D 3.87;T «БУДЕТ НАХОДИТЬСЯ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ»,!;D 3.96;
D3.89
3.13 D 1.87;S Q=(V—V1)*L*M;G 1.76
3.15 D 3.87;T «НАХОДИТСЯ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ»;D 3.88;D 1.87;
S Q=V*L*M;G 1.36
3.16 D 1.87;S Q=V*M*L;G 1.36
       S Q=V*L*M;G 1.36
```

```
3.16 D 1.87;S Q=V*M*L;G 1.36
3.17 I(TK—T1)3.4,3.23;D 3.9;D 3.85;G 1.36
3.23 T «НАЧАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА РАВНА ТЕМПЕРАТУРЕ КИПЕНИЯ.»,!
3.24 D 3.04;T «БЫТЬ ЛИБО В ЖИДКОМ ЛИБО В ГАЗООБРАЗНОМ
     СОСТОЯНИИ,»,!;D 3.06
3.28 I(TK—T2)3.37,3.32,3.29
3.29 D 3.87;T «НАХОДИТСЯ В ГАЗООБРАЗНОМ СОСТОЯНИИ»;D 3.88
3.31 D 1.88;S Q=—V*R*M;Q 1.63
3.32 D 3.29;D 10.5;D 3.33;D 1.88;S Q=(V□—V)*M*R;G 1.76
3.33 D 3.87;T«БУДЕТ НАХОДИТЬСЯ В ГАЗООБРАЗНОМ СОСТОЯНИИ»,!;
     D 3.96;D 3.89
3.37. D 3.87;T «НАХОДИТСЯ В ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ»;D 3.88;D 1.88;
      S Q=V*R*M
3.38 S T3=T2—TK;G 1.57
3.40 D 3.9;D 3.86;I(T2—TK)3.41,3.41;S T3=T2—T1;G 1.57
3.41   T3=TK—T1;G 1.57
3.84 T «ТВЕРДОЕ»,!!;S X=1
3.85 T «ЖИДКОЕ»,!!;S X=2
3.86 T «ГАЗООБРАЗНОЕ»,!!;S X=3
3.87 T «УКАЖИТЕ, КАКАЯ ЧАСТЬ ОБ'ЕМА ИССЛЕДУЕМОГО ВЕЩЕСТВА»,!
3.88 A V,!!;I (V)3.92
3.89 A V1,!!;I (V1)3.92
3.90 T «НАЧАЛЬНОЕ АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА»
3.92 D 1.8;T «ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ОБ'ЕМА»,!!;A «NAVMITE⟨BK⟩»,LZ;
     E;G 1.07
3.96 T «ПОСЛЕ ДАННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ»
3.98 T «NAPE∧ATAJTE ⟨ДА⟩, ILI ⟨НЕТ⟩»,!!;T « :»
4.03 S У=FCHR(—1);I(У—78)4.07,4.06,4.07
4.06 T «НЕТ»,!!;I(X—2)4.3,4.09,4.09
4.07 T «ДА»,!!;D 3.87;I(X—2)4.1;T «ДОЛЖНА ЗАТВЕРДЕВАТЬ »;D 3.89;
     D 1.87;D 7.6
4.09 S Q=Q+T5*C2*M—TL;R
4.10 T «ДОЛЖНА РАСПЛАВИТЬСЯ»;D 3.89;D 1.87;D 7.6
4.30 S Q=(TP—T1)*C1*M+TL;R
5.10 I(TK—T2)5.5;I(X—3)5.11,5.2
5.11 D 10;T «ДОЛЖНО ЛИ ТЕЛО ПЕРЕХОДИТЬ В ГАЗООБРАЗНОЕ
     СОСТОЯНИЕ?»,!!;D 3.98
5.12 G 5.3
5.20 D 11;T «ДОЛЖНО ЛИ ВЕЩЕСТВО КОНДЕНСИРОВАТЬСЯ ?»,!!;D 3.98
5.30 S У1=FCHR(—1);I(У1—78)5.4,5.31,5.4
5.31 T «НЕТ»,!!;I(X—3)5.42,5.46
5.40 T «ДА»,!!;D3.87;I(X—3)5.41,5.45
5.41 T «ДОЛЖНА ПЕРЕЙТИ В ГАЗООБРАЗНОЕ СОСТОЯНИЕ »;D 3.89;D 1.88;
     D 7.8
5.42 S Q=Q+TR;R
5.45 T «ДОЛЖНА ПЕРЕЙТИ В ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ»;D 3.89;D 1.88;D 7.8
5.46 S Q=Q—TR;R
5.50 S T3=T2—TK;D 6;D 1.88;S Q=Q+R*M+C3*(T2—TK)*M+A;R
6.01 A «УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ГАЗООБРАЗНОГО ВЕЩЕСТВА
     (DV/KG*S)»,C3,!
6.02 T «ЕСЛИ ПРОЦЕСС НАГРЕВАНИЯ ГАЗА ИЗОБАРНЫЙ, ТО НАЖМИТЕ
     ⟨1⟩»,!
6.03 T «ЕСЛИ ИЗОХОРНЫЙ, ТО ⟨0⟩»,!!
6.04 S X1=FCHP(—1);I(X1—48)6.06,6.05,6.06
6.05 T «ПРОЦЕСС НАГРЕВАНИЯ — ИЗОХОРНЫЙ»,!;R
6.06 T «ИЗВЕСТНА ЛИ ВАМ РАБОТА, КОТОРУЮ СОВЕРШАЕТ ГАЗ?»,!!;D 3.98
6.08 S X2=FCHR(—1);I(X2—78)6.09,6.3,6.09
6.09 T «ДА»,!!;T «УКАЖИТЕ РАБОТУ, СОВЕРШАЕМУЮ ГАЗОМ»,!
6.10 T «ЕСЛИ РАБОТУ СОВЕРШАЕТ ГАЗ, РАБОТУ СЛЕДУЕТ СЧИТАТЬ
     ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ»,!
```

```
6.11 T «ЕСЛИ НАД ГАЗОМ СОВЕРШАЕТСЯ РАБОТА, ТО ЭТУ РАБОТУ,»,!
6.12 T «СЛЕДУЕТ СЧИТАТЬ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ»,!!;A «ИТАК, РАБОТА
     РАВНА(DV)»,A!;R
6.30 T «НЕТ»,!!;A «УКАЖИТЕ МОЛЯРНУЮ МАССУ ИССЛЕДУЕМОГО ГАЗА
     (G/MOLX)»M1,!
6.31 S M1=M1/10↑3;S C3=C3+T3*8.31*M/M1;R
7.11 T «                    ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ УЧЕНИК 9 В
     КЛАССА».!:G 7.12
7.12 T «                    ШКОЛЫ № 609 Г. МОСКВЫ»,!;G 7.13
7.13 T «                    ЛОСЬ ВАЛЕРИЙ»,!!;G 7.15
7.15 T «                    РУКОВОДИТЕЛЬ:ГАФИНОВИЧ НИНЕЛЬ
     МИХАЙЛОВНА»
7.20 T «ЕСЛИ ВЫ ПЕРВЫЙ РАЗ РАБОТАЕТЕ С ЭТОЙ ПРОГРАММОЙ,
     И ВАМ НУЖНЫ»,!
7.21 T «СВЕДЕНИЯ О НЕЙ, НАЖМИТЕ ЛЮБУЮ БУКВУ НА КЛАВИАТУРЕ
     ДИСПЛЕЯ.»,!
7.22 T «ЕСЛИ ВЫ УЖЕ ЗНАКОМЫ С РАБОТОЙ ПРОГРАММЫ, НАЖМИТЕ
     〈ВК〉»,!
7.23 S WPS=FCHR(—1);I(WPS—13)7.25,1.07,7.25
7.25 X FCHR(12);T !«ПРОГРАММА УНИВЕРСАЛЬНА ТЕМ, ЧТО ОНА
     ПРЕДУСМАТРИВАЕТ»,!
7.26 T «РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ДЛЯ ТВЕРДЫХ, ЖИДКИХ И
     ГАЗООБРАЗНЫХ»,!
7.27 T «ВЕЩЕСТВ И ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ИХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЙ.»,!
7.28 T «ОЦЕНИВАЯ ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ, ВВОДИМЫЕ ВАМИ, МАШИНА
     АНАЛИЗИРУЕТ»,!
7.29 T «АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА И ВЫБИРАЕТ НУЖНЫЙ
     РЕЖИМ РАБОТЫ.»,!
7.30 T «ЕСЛИ НАЧАЛЬНАЯ(KONE↑NAQ) ТЕМПЕРАТУРА РАВНА
     ТЕМПЕРАТУРЕ»,!
7.31 T «ПЛАВЛЕНИЯ(KIPENIQ), ТО РАСЧЕТ ВЕДЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ
     ОТ ТОГО,»,!
7.32 T «КАКАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДУЕМОГО ВЕЩЕСТВА НАХОДИТСЯ
     В ОДНОМ ИЗ»,!
7.33 T «АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЙ.»!;D 12
7.34 T «ДЛЯ ГАЗА ПРЕДУСМОТРЕН РАСЧЕТ ЗАДАЧИ В ЗАВИСИМОСТИ
     ОТ ПРОЦЕССА»,!
7.35 T «НАГРЕВАНИЯ(IZOBARNOGO ILI IZOHORNOGO).»,!!
7.36 T «УКАЗАНИЕ К РАБОТЕ:»,!!
7.37 T «ESLI MACINA PROSIT WAS NAPE↑ATATX〈ДА〉ILI〈НЕТ〉,TO
     DOSTATO↑NO»,!
7.38 T «PE↑ATATX NA↑ALXNUIU BUKWU. OSTALXNOE MACINA
     DOPISYWAET SAMA»,!
7.39 T «I PEREHODIT W NUVNUJ REVIM WY↑ISLENIJ»,!!!
7.40 A «NAVMITE〈ВК〉»,NHZ;G 1.07
7.50 S TL=L*M
7.60 S TL=V1*M*L
7.80 S TR=V1*R*M
8.10 D 3.11;D 8.16;T «ВЕЩЕСТВО МОЖЕТ ПЛАВИТЬСЯ, А МОЖЕТ И
     ОСТАТЬСЯ»,!
8.14 T «В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ,»,!;D 3.06;R
8.16 T «В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СООБЩАЕМОГО КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ»,!
9.10 D 3.11;D 8.16;T «ВЕЩЕСТВО МОЖЕТ ЗАТВЕРДЕВАТЬ, А МОЖЕТ И
     ОСТАТЬСЯ»,!
10.10 D 10.5;D 8.16;T «ВЕЩЕСТВО МОЖЕТ ПЕРЕХОДИТЬ В ГАЗООБРАЗНОЕ
      СОСТОЯНИЕ,»,!
10.20 T «А МОЖЕТ И ОСТАТЬСЯ В ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ»,!;D 3.06;R
10.50 T «КОНЕЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА РАВНА ТЕМПЕРАТУРЕ КИПЕНИЯ.»,!;T
      «ПОЭТОМУ»
11.10 D 10.5;D 8.16;T «ВЕЩЕСТВО МОЖЕТ КОНДЕНСИРОВАТЬСЯ,»,!
```

```
11.20 T «А МОЖЕТ И ОСТАТЬСЯ В ГАЗООБРАЗНОМ СОСТОЯНИИ»,!;D 3.06;R
12.10 T «ПОД ЧАСТЬЮ ОБ'ЕМА ИССЛЕДУЕМОГО ВЕЩЕСТВА
      ПОНИМАЕТСЯ»,!
12.20 T «ЧИСЛО, РАВНОЕ ОТНОШЕНИЮ ОБ'ЕМА ТЕЛА, ПЕРЕШЕДШЕГО
      В ДРУГОЕ»,!
12.30 T «АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ, КО ВСЕМУ ОБ'ЕМУ ЭТОГО ТЕЛА.»,!;R
```

Н. Д. Угринович

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

Вычислительная техника постепенно занимает свое естественное место в процессе преподавания физики. Она открывает принципиально новые возможности совершенствования методики преподавания физики, поскольку помогает учителю более рационально и эффективно распределять время урока. Использование ВТ позволяет больше внимания уделять и содержательной стороне выполнения лабораторных работ и работ физического практикума, анализу хода эксперимента, формированию практических умений и навыков. Это возможно за счет сокращения времени, которое обычно учащиеся тратят на математические расчеты, особенно в процессе приближенных вычислений.

Использование ВТ позволяет существенно усовершенствовать методику проведения лабораторных работ и работ физического практикума. Принципиально важным моментом в этой методике является стремление учителя научить учащихся производить физические измерения с учетом их точности, а затем проводить обработку результатов измерений (вычислять относительную и абсолютную ошибки) с использованием микрокалькуляторов.

Микрокалькуляторы (МК), выпускаемые отечественной промышленностью, можно разделить на три группы. К первой группе относятся простейшие МК типа МК-33, МК-53, МК-60, способные выполнять простые математические расчеты (обычно четыре арифметических действия и извлечение квадратного корня) и имеющие регистр памяти.

Ко второй группе относятся так называемые инженерные МК типа МКШ-2, БЗ-36, МК-51, выполняющие арифметические операции, различные операции с памятью, а также вычисляющие элементарные функции.

К третьей группе относятся программируемые микрокалькуляторы (ПМК) типа БЗ-34, МК-54, которые выполняют арифметические действия, вычисляют элементарные функции, а также производят расчеты по составленной программе.

Кабинет физики может быть оснащен (это даже желательно) МК различных типов. Это позволит знакомить учащихся с более

широким диапазоном возможностей МК и осуществлять индивидуальный дифференцированный подход к учащимся.

Прежде чем рассмотреть методику проведения лабораторных работ с использованием микрокалькуляторов, рассмотрим алгоритм вычисления ошибок физических измерений, который может быть использован в школьной практике. Вычисление ошибок физических измерений в лабораторных работах не является самоцелью. Рекомендуемая ниже методика позволит сделать процесс выполнения учащимися лабораторной работы более осознанным. Формирование у учащихся умения определять относительную ошибку измерений открывает возможность проблемной постановки лабораторной работы с целью последовательного повышения точности в процессе многократных измерений. Существенно, что *данная методика базируется на использовании МК в процессе вычислений, более того, именно применение МК делает данную методику реально осуществимой.*

Изложение элементарной теории обработки результатов физических измерений целесообразно провести на одном из уроков, желательно перед первой лабораторной работой в VIII классе. В дальнейшем при проведении лабораторных и практических работ необходимо стремиться, чтобы знания учащихся по этому вопросу закреплялись и актуализировались на практике, т. е. формировались практические умения обрабатывать результаты физических измерений.

Прежде всего необходимо сформировать у учащихся правильное представление о существовании двух типов физических измерений: прямых и косвенных.

В лабораторных работах и работах физического практикума в VIII—X классах все измерения косвенные. Ошибки косвенных измерений достаточно легко определяются по формулам, которые будут приведены ниже, на основе знания ошибок прямых измерений, поэтому главная задача состоит в формировании у учащихся умений определять абсолютные и относительные ошибки прямых измерений.

Ошибки прямых измерений бывают систематические и случайные. Абсолютная ошибка прямого измерения равна сумме систематической и случайной ошибок. Так, ошибки, которые имеют разную природу, складываются:

$$\Delta A = \Delta A_{\text{сист}} + \Delta A_{\text{случ}}.$$

Однако, если одно из слагаемых в этой сумме больше другого (по крайней мере в два раза), можно считать общую ошибку равной большему слагаемому. Это положение имеет существенное значение, так как можно реализовать два случая:

1. $\Delta A_{\text{сист}} > \Delta A_{\text{случ}}$, тогда $\Delta A = \Delta A_{\text{сист}}$.
2. $\Delta A_{\text{сист}} < \Delta A_{\text{случ}}$, тогда $\Delta A = \Delta A_{\text{случ}}$.

В большинстве школьных лабораторных работ и работ физического практикума реализуется первый случай, т. е. ситуация, когда $\Delta A_{\text{сист}} > \Delta A_{\text{случ}}$, и можно считать, что $\Delta A = \Delta A_{\text{сист}}$.

Соотношения между величинами систематической и случайной ошибок можно выявить в процессе многократных прямых измерений физической величины, проводимых одним и тем же методом и с помощью одних и тех же приборов. Если при измерениях получаются одинаковые результаты, т. е. $A_1 = A_2 = \ldots = A_n$, то это означает, что систематическая ошибка существенно больше случайной и последней можно пренебречь.

Однако равенство значений физической величины при многократных измерениях, конечно, не является свидетельством того, что на процесс измерения не воздействуют внешние случайные факторы. Это является лишь следствием не очень большой точности используемых приборов. Если в процессе выполнения тех же самых лабораторных работ использовать приборы большей точности, то действие внешних случайных факторов проявится и выразится в разбросе значений измеряемой величины: A_1, A_2, ..., A_n. В этом случае

$$\Delta A_{\text{случ}} > \Delta A_{\text{сист}}$$

и можно считать, что

$$\Delta A = \Delta A_{\text{случ}}.$$

Таким образом, в случае прямых измерений необходимо сформировать у учащихся умение определять абсолютную ошибку прямого измерения ΔA и записывать результат измерения в стандартном виде: $A = A_{\text{изм}} \pm \Delta A$, где ΔA — абсолютная ошибка измерения, имеющая любую природу (систематическая или случайная).

Важно обратить внимание учащихся на то, что при записи результата в стандартном виде его численное значение всегда округляют или уточняют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и первая цифра абсолютной ошибки измерения.

Кроме того, весьма полезно определить относительную ошибку измерения $E = \frac{\Delta A}{A}$, по которой можно судить о качестве проведенного измерения. Величина относительной ошибки прямого измерения необходима также во многих случаях при определении ошибки косвенного измерения.

Ошибки косвенных измерений. В школьном курсе физики в лабораторных работах и работах физического практикума в VIII—X классах определяется не непосредственно измеряемая физическая величина, а другая, связанная с измеряемыми величинами известной функциональной зависимостью.

При таких измерениях, называющихся косвенными (в отличие от прямых, при которых нужная величина измеряется непосредственно), необходимо также научить учащихся оценивать точность

измерений. Вывод формул для вычисления ошибок косвенных измерений может быть продемонстрирован учащимся в X классе с помощью дифференциального исчисления. Однако уже в VIII классе некоторым из этих формул можно дать наглядную геометрическую интерпретацию.

Вычисление ошибок косвенных измерений производится по формулам таблицы 1 (см. приложение) на основе знания результатов и ошибок прямых измерений. Необходимо стремиться к формированию у учащихся устойчивых навыков физически грамотной записи результатов косвенных измерений, а именно:

$$x = x_{\text{выч}} \pm \Delta x.$$

Так как в школьном курсе физики в подавляющем большинстве лабораторных работ зависимость $x = F(A, B, C)$ такова, что A, B, C только перемножаются или делятся, тогда можно рекомендовать следующий алгоритм вычисления ошибок косвенных измерений. Из таблицы 1 видно (формулы 3 и 4), что относительная ошибка косвенно измеряемой величины равна сумме относительных ошибок прямо измеряемых величин, входящих в эту зависимость, т. е.

$$E = \frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}. \qquad (1)$$

Эта формула позволяет оценить качество проведенных измерений и определить вклад каждого отдельного прямого измерения в общую ошибку косвенного измерения.

Алгоритм вычислений может быть следующим:

1. Вычислить значение косвенно измеряемой величины по формуле

$$x_{\text{выч}} = F(A, B, C).$$

2. Вычислить относительные ошибки прямых измерений

$$\frac{\Delta A}{A}, \quad \frac{\Delta B}{B}, \quad \frac{\Delta C}{C}$$

и, подставив их в формулу (1), определить E — относительную ошибку косвенно измеряемой величины.

3. Вычислить абсолютную ошибку косвенно измеряемой величины по формуле

$$\Delta x = x_{\text{выч}} \cdot E.$$

4. Записать результат косвенного измерения в стандартном виде:

$$x = x_{\text{выч}} \pm \Delta x.$$

В таблице 1 содержатся формулы вычисления абсолютной Δx и относительной $\frac{\Delta x}{x}$ ошибок для различных видов функции $x = F(A, B)$ косвенно измеряемой величины, встречающихся в

школьных лабораторных работах и работах физического практикума.

В процессе вычисления ошибок косвенных измерений желательно использовать МК, относящиеся по своим функциональным возможностям ко второй и третьей группе. В таблице 1 приведены программы вычисления на МК БЗ-36.

Важно обратить внимание учащихся на возможность использования различных программ вычислений. Например, вычисления относительной ошибки косвенно измеряемой величины (формулы 3 и 4) можно проводить либо с использованием регистра памяти (10 операций), либо с использованием скобок (8 операций). Вообще использование скобок при вычислениях позволяет проводить их наиболее рационально.

Необходимо отметить, что требовать от учащихся составления программ вычисления на МК целесообразно только на начальном этапе работы с ними. Впоследствии, овладев в достаточной степени работой на МК, учащиеся смогут самостоятельно проводить на них любые расчеты.

Желательно рекомендовать учащимся иметь таблицу 1 в тетради для лабораторных работ. Таблицу можно в виде плаката вывешивать на лабораторных работах и работах физического практикума.

Рекомендации по проведению лабораторных работ с использованием микрокалькулятора. Во-первых, проведение лабораторных работ желательно строить так, чтобы развивалась познавательная активность учащихся, формировались умения осознанного планирования и проведения эксперимента. Для этого необходимо преодоление привычки механического выполнения учащимися лабораторной работы по инструкции, так как неосознанное выполнение учащимися практических действий приводит к отрыву практики от теории. Осознанное выполнение учащимися лабораторного эксперимента возможно на основе теоретического анализа физической ситуации, заданной в лабораторной работе. Время для такого анализа появляется за счет использования МК в процессе вычислений.

Во-вторых, необходимо формировать у учащихся научное мировоззрение, основу которого составляют марксизм-ленинизм, в частности представление о процессе познания, которое можно углубить и ускорить, если теоретическое рассмотрение этих вопросов будет подкреплено моделированием общих закономерностей процесса познания в практической учебно-познавательной деятельности учащихся. Процесс перехода от менее полного знания к более полному может реализоваться для учащихся в форме перехода от менее точного измерения к более точному.

При выполнении лабораторных работ учащиеся должны понимать, что измерения физической величины всегда производятся с точностью, которая определяется методом измерения, приборами, внешними воздействиями и т. д. Точность измерений характе-

ризуется величиной относительной ошибки E, которая считается на МК.

В-третьих, необходимо усилить практическую направленность преподавания физики, обращая особое внимание на формирование политехнических умений и навыков. В этих целях важно научить учащихся не только измерять физические величины, но и выбирать метод измерения, подбирать приборы, которые могут обеспечить требуемую точность измерения. Это имеет важное практическое значение, так как в сфере материального производства измерения должны производиться с определенной точностью, задаваемой технической документацией. Выбор метода измерения может быть проведен путем прикидочных вычислений величин относительных ошибок с помощью МК.

В-четвертых, целесообразно в методику проведения лабораторных экспериментов вводить элементы проблемного обучения. Знание учащимися элементарной теории ошибок физических измерений, а также использование МК в процессе их вычисления позволяют на определенном этапе выполнения лабораторных работ ставить проблему повышения точности результатов в процессе последующих измерений.

Исходя из вышесказанного, можно рекомендовать такую последовательность проведения лабораторных работ в VIII—X классах.

1. *Анализ физической ситуации, заданной в лабораторной работе. Планирование эксперимента.*

Проведение лабораторной работы целесообразно начинать с теоретического анализа заданной в ней физической ситуации, с тем чтобы учащиеся в своих практических действиях опирались на теорию. Такой анализ предусматривает обсуждение с учащимися идеализированной модели реальной физической ситуации и по возможности наглядное выражение этой модели в виде чертежа, схемы или рисунка. Графическое изображение идеализированной модели физической ситуации помогает учащимся глубже понять теоретическую основу предлагаемого в работе метода измерения, что является необходимой предпосылкой для самостоятельного планирования и проведения эксперимента.

Планирование эксперимента состоит в том, чтобы учащиеся в процессе анализа физической ситуации смогли выявить, какие физические величины и каким методом необходимо непосредственно измерить, чтобы по известной формуле определить значение косвенно измеряемой величины. В процессе обсуждения метода измерения важно обратить внимание учащихся на те физические факторы, воздействием которых мы пренебрегаем в процессе измерений ввиду их малости.

2. *Проведение прямых измерений.*

В процессе выполнения этого этапа необходимо обратить внимание учащихся на то, что любое физическое измерение проводится с определенной точностью. Нет и в принципе не может быть абсолютно точных реальных физических измерений.

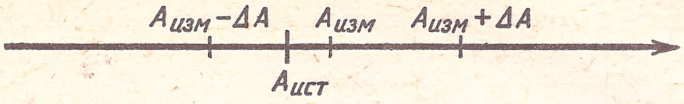


Рис. 1

В подготовленных классах уже на этом этапе можно поставить перед учащимися проблему выбора измерительных приборов, применение которых позволило бы получить необходимую точность измерений. Важно формировать у учащихся устойчивые навыки физически грамотной записи результатов прямых измерений с учетом их точности: $A = A_{изм} \pm \Delta A$, где $A_{изм}$ — показание прибора, ΔA — абсолютная ошибка данного измерения.

Учащиеся должны понимать физический смысл этой записи, состоящий в том, что задается интервал возможных значений от $A_{изм} - \Delta A$ до $A_{изм} + \Delta A$, в котором лежит истинное значение измеряемой величины $A_{ист}$ (рис. 1).

3. *Вычисление косвенно измеряемой величины и ошибки ее измерения.*

На этом этапе необходимо использование микрокалькуляторов в процессе вычислений косвенно измеряемой величины по известной формуле $x = F(A, B)$, а также относительной и абсолютной ошибок ее измерения. Сокращение времени, которое тратят учащиеся на вычисления в результате применения микрокалькуляторов, позволяет выделить время для повторных измерений.

4. *Запись результатов косвенного измерения.*

Необходимо добиваться, чтобы запись результатов косвенного измерения производилась в стандартном виде с учетом точности измерения:

$$x = x_{выч} \pm \Delta x, \text{ где } x_{выч} = F(A_{изм}, B_{изм}).$$

5. *Постановка проблемы повышения точности измерения.*

Здесь возникает возможность постановки перед учащимися проблемы повышения точности измерения косвенно измеряемой величины. Точность измерения косвенно измеряемой величины определяется обратной величиной модуля относительной ошибки $\left|\frac{1}{E}\right| = \left|\frac{x}{\Delta x}\right|$, поэтому, для того чтобы увеличить точность измерения x, необходимо уменьшить величину E. В школьной практике в большинстве случаев

$$E = \frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B} + \ldots,$$

т. е. относительная ошибка косвенно измеряемой величины равна сумме относительных ошибок прямо измеряемых величин. Таким образом, решение проблемы повышения точности измерения x лежит на пути поиска возможных путей уменьшения относительных ошибок измерений.

Учащиеся планируют и проводят более точные повторные измерения, которые требуют либо применения более точных приборов в целях уменьшения абсолютных ошибок ΔA и ΔB, либо изменения условий эксперимента в целях увеличения измеряемых величин A и B.

VIII класс

Лабораторная работа № 1.
Определение ускорения тела при равноускоренном движении

Необходимым условием успешного проведения лабораторной работы является проведение *анализа физической ситуации,* заданной в лабораторной работе. В зависимости от содержания лабораторной работы и условий ее проведения (уровень подготовленности класса, оборудование кабинета и т. п.) такой анализ можно проводить в различных формах. Если лабораторная работа сложна по своему теоретическому содержанию, измерения требуют много времени, а уровень подготовленности класса недостаточен, то целесообразно анализ физической ситуации провести на предшествующем лабораторной работе уроке в течение 10 мин. Если класс достаточно подготовлен, то такой анализ можно задать на дом в качестве задания. Наконец, если работа не очень емкая по объему, анализ можно провести в начале урока, на котором выполняется лабораторная работа.

Необходимо обратить внимание учащихся на содержательную сторону рассмотрения перехода от реальной физической ситуации, которая реализуется в экспериментальной установке, к идеализированной ее модели, фиксируемой наглядно в форме или схеме. Экспериментальная установка собирается на демонстрационном столе учителя, а чертеж выполняется на доске. В процессе такой идеализации выделяются главные существенные стороны явления, а несущественными пренебрегают (рис. 2).

Необходимо обратить внимание учащихся на следующие существенные особенности движения шарика, которые определяют кинематику его движения:

прямолинейность движения;

равноускоренность движения ($\vec{a} = \text{const}$);

отсутствие начальной скорости ($v_0 = 0$).

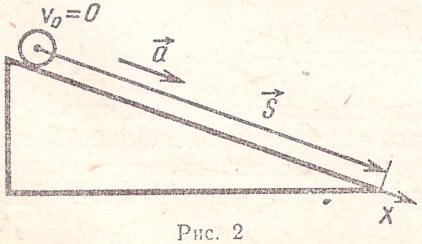


Рис. 2

Планирование эксперимента начинается с анализа формулы, выражающей зависимость косвенно измеряемой величины от непосредственно измеряемых величин. В данном случае необ-

ходимо проанализировать формулу перемещения при равноускоренном движении:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}.$$

Переходя к проекциям и учитывая, что $v_0 = 0$, получим:

$$s_x = \frac{a_x \cdot t^2}{2}, \quad \text{откуда}$$

$$a_x = \frac{2 \cdot s_x}{t^2}.$$

Сущность планирования эксперимента заключается в том, что учащиеся должны четко осознать, какие физические величины и какими приборами они должны измерить непосредственно.

В данной работе для определения ускорения равноускоренного движения (косвенно измеряемой величины a) необходимо непосредственно измерить:

s — величину перемещения шарика;

t — время этого перемещения.

На этапе проведения прямых измерений учащиеся работают самостоятельно. Учитель наблюдает за практическими действиями учащихся, оценивает их, а в случае необходимости оказывает помощь. Если в процессе измерений затруднения испытывают лишь отдельные учащиеся, такая помощь может носить индивидуальный характер. Если затрудняется большинство, целесообразно процесс измерения продемонстрировать для всего класса, воспользовавшись помощью учащихся, успешно проведших измерения.

Численное значение результата измерения всегда округляют или уточняют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и первая цифра погрешности. Так, если в результате измерения величины перемещения получен результат $s = 0{,}31$ м, целесообразно восстановить при записи результатов сомнительную цифру в разряде тысячных: $s = 0{,}310$ м, так как ошибка $\Delta s = 0{,}005$ м.

Величина	Результат измерения	Систематическая ошибка
s	31 см = 31,0 см = 0,310 м	0,5 см = 0,005 м
t	1,5 с	0,5 с

На этапе *вычислений косвенно измеряемой величины и ошибки ее измерения* необходимо обратить внимание на правила приближенных вычислений, это особенно важно в случае применения МК. Приводимые ниже программы вычислений даются для МК-53. В данной работе целесообразно использовать именно этот МК, так как он может работать в режиме «Секундомер», измеряя промежутки времени с точностью до 0,1 с.

Вычисление значения косвенно измеряемой величины является промежуточным вычислением, так как в дальнейшем значение величины используется для вычисления абсолютной ошибки ее измерения:

$$\Delta x = x \cdot E.$$

Поэтому в процессе вычисления значения косвенно измеряемой величины необходимо руководствоваться правилом приближенных вычислений, т. е. оставлять в результате на одну цифру больше, чем их имеет результат прямого измерения с наименьшим количеством верных значащих цифр.

Вычислим значение косвенно измеряемой величины, т. е. ускорения, по соответствующей формуле на МК и приведенной ниже программе:

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 0{,}31 \text{ м}}{(1{,}5 \text{ с})^2} = 0{,}2755555 \text{ м/с}^2 \approx 0{,}28 \text{ м/с}^2,$$

$$2 \boxed{\times} 0{,}31 \boxed{\div} 1{,}5 \boxed{\div} 1{,}5 \boxed{=}.$$

На индикаторе МК высвечивается восьмиразрядное число. В соответствии с правилами приближенных вычислений следует округлить число до двух значащих цифр, потому что наименьшее количество верных цифр, а именно одну, имеет измеренное значение времени.

Так как прямо измеряемые величины в формуле для определения только перемножаются и делятся, в соответствии с таблицей 1 запишем формулу для определения относительной ошибки косвенно измеряемой величины ускорения:

$$E = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta s}{s} + \frac{2\Delta t}{t} \approx 0{,}7,$$

$$0{,}5 \boxed{\div} 31 \boxed{\text{П}+} 2 \boxed{\times} 0{,}5 \boxed{\div} 1{,}5 \boxed{\text{П}+} \boxed{\text{П}\rightarrow x}.$$

Вычисление относительной ошибки проводится с использованием регистра памяти, причем промежуточные результаты (относительные ошибки прямых измерений) высвечиваются на индикаторе и записываются. Это необходимо для того, чтобы оценить «вклад» каждого прямого измерения в величину относительной ошибки косвенно измеряемой величины.

Значения относительных ошибок округляются в соответствии с правилами приближенных вычислений. Относительная ошибка измерения перемещения округляется до двух значащих цифр, так как первая цифра 1, причем цифра 1 в разряде десятитысячных отбрасывается, она меньше 5.

Относительная ошибка измерения времени округляется до одной цифры, причем цифра в разряде десятитысячных увеличивается на 1, так как отбрасываемая цифра в разряде сотых больше 5.

Относительная ошибка измерения ускорения округляется до

одной цифры, причем в разряде десятых увеличивается на 1, так как отбрасываемая цифра в разряде сотых больше 5.

Вычислим абсолютную ошибку измерения ускорения:

$$\Delta a = a \cdot E = 0{,}2 \text{ м/с}^2,$$

$$0{,}28 \boxed{\times} 0{,}7 \boxed{=}.$$

Запишем результат:

$$a = (0{,}3 \pm 0{,}2) \text{ м/с}^2.$$

Величина ускорения округляется таким образом, чтобы последняя цифра результата была в том же разряде, что и цифра абсолютной ошибки.

В процессе обсуждения результата измерения особое внимание необходимо уделять физическому смыслу записи результата в стандартном виде. Так, в разбираемой лабораторной работе запись результата $a = (0{,}3 \pm 0{,}2)$ м/с^2 означает, что истинное значение измеряемой величины лежит в интервале от 0,1 до 0,5 м/с^2.

Столь большой интервал возможных значений измеряемой величины имеет как отрицательные, так и положительные стороны. Отрицательная сторона, состоящая в обесценивании результата измерения ускорения вследствие малой точности, может быть использована в позитивном плане для создания на уроке проблемной ситуации.

На этом этапе выполнения лабораторной работы целесообразно поставить перед учащимися *проблему повышения точности результата измерения*. Поиск путей повышения точности проводится на основе анализа формулы вычисления относительной ошибки косвенно измеряемой величины:

$$E = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta t}{t}.$$

Причем необходимо помнить, что оптимальный путь повышения точности — это уменьшение наибольшей относительной ошибки прямых измерений.

Повышение точности может быть достигнуто двумя путями:

1. Увеличение значения непосредственно измеряемых величин за счет изменения условий эксперимента.

2. Уменьшение абсолютных ошибок прямых измерений за счет использования более точных приборов.

В рассматриваемой лабораторной работе в целях повышения точности результата наиболее рационально стремиться к увеличению t и уменьшению Δt. Учащиеся самостоятельно приходят к выводу, что для увеличения времени перемещения шарика необходимо увеличить величину самого перемещения. Изменение условий эксперимента заключается в установке цилиндра-ограничителя на самом конце желоба. В этом случае прямые измерения дают: $t = 3{,}5$ с $\pm 0{,}5$ с; $s = 132{,}0$ см $\pm 0{,}5$ см.

Величина ускорения, вычисленная на МК, равна:

$$a = \frac{2s}{t^2} = 0{,}22 \text{ м/с}^2.$$

Относительная ошибка

$$E = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta s}{s} + \frac{2\Delta t}{t} \approx 0{,}3.$$

Таким образом, удается уменьшить относительную ошибку при определении ускорения более чем в два раза в основном за счет уменьшения относительной ошибки при измерении времени.

Абсолютная ошибка определения ускорения

$$\Delta a = a \cdot E = 0{,}07 \text{ м/с}^2.$$

Результат:

$$a = (0{,}22 \pm 0{,}07) \text{ м/с}^2.$$

Можно еще увеличить точность измерения, уменьшив абсолютную ошибку при измерении времени. Вместо метронома в данной лабораторной работе, а также в работах физического практикума в качестве измерителя времени можно использовать электронный секундомер. Такие секундомеры имеются в настоящее время у многих учащихся (наручные часы «Электроника», МК-53 и т. д.).

Измерение времени с использованием электронного секундомера дает результат: $t = 3{,}3 \text{ с} \pm 0{,}2 \text{ с}$. Тогда $A = \frac{2s}{t^2} = 0{,}25 \text{ м/с}^2$.

Относительная ошибка равна:

$$E = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta s}{s} + \frac{2\Delta t}{t} = 0{,}13.$$

Абсолютная ошибка:

$$\Delta a = a \cdot E = 0{,}03 \text{ м/с}^2,$$
$$a = (0{,}25 \pm 0{,}03) \text{ м/с}^2.$$

Обработка результатов физических измерений на ПМК типа МК-54, БЗ-34. Наибольший интерес у учащихся вызывает использование ПМК, так как именно этот класс МК по своим функциональным возможностям приближается к персональным компьютерам. МК-54 может работать в режимах «Автоматическая работа» и «Программирование». В режиме «Автоматическая работа» возможности данного микрокалькулятора соответствуют возможностям инженерных МК (типа МКШ-2).

В режиме «Программирование» можно записывать с помощью клавиатуры программу, осуществлять редактирование и корректировку программы.

Возможности МК-54 в процессе программирования достаточно велики, так как в нем предусмотрены: специальная память объемом 98 шагов программы; команды прямых и косвенных переходов; команды переходов по условию; команды организации циклов;

возможность обращения к подпрограмме; клавиши пошагового прохождения программы при визуальном контроле программы; индикация кодов трех последовательных шагов программы и текущего состояния счетчика адресов. Все это позволяет программировать на МК-54 сложные алгоритмы.

Ниже приводится универсальная программа, реализующая алгоритм обработки результатов измерений для случая, когда $\Delta A_{\text{сист}} > \Delta A_{\text{случ}}$. Эта программа может быть использована при выполнении восьми лабораторных работ в VIII—X классах.

Данная программа вычисляет величину абсолютной и относительной ошибок косвенного измерения для случая, когда функциональная зависимость косвенно измеряемой величины от прямо измеряемых величин имеет вид

$$x = \frac{A \cdot B \cdot C}{D \cdot M},$$

где x — косвенно измеряемая величина; A, B, C, D, M — прямо измеряемые величины.

В таблице 2 (см. приложение) приводятся значения вводимых параметров для различных лабораторных работ.

ПМК имеет 14 ячеек памяти, в которых могут храниться вводимые и выводимые данные. Вводимыми данными являются числовые значения непосредственно измеренных физических величин и их абсолютных ошибок: A, B, C, D, M, ΔA, ΔB, ΔC, ΔD, ΔM.

Выводимыми данными являются числовые значения косвенно измеряемой величины x, абсолютной и относительной ошибок косвенно измеряемой величины Δx и E, а также величины относительных ошибок отдельных прямых измерений $\frac{\Delta A}{A}$, $\frac{\Delta B}{B}$, $\frac{\Delta C}{C}$, $\frac{\Delta D}{D}$, $\frac{\Delta M}{M}$.

Эффективность работы программы во многом зависит от рационального распределения данных по ячейкам памяти. В данной программе ячейки памяти распределены следующим образом:

ячейки d, c, b, a, 9 отведены для ввода числовых значений прямо измеряемых величин A, B, C, D, M, причем в ячейках d, c, b в процессе выполнения программы записываются значения x, E, Δx;

ячейки 8, 7, 6, 5, 4 отведены для ввода числовых значений абсолютных ошибок прямых измерений ΔA, ΔB, ΔC, ΔD, ΔM, причем в этих же ячейках в процессе выполнения программы записываются значения относительных ошибок

$$\frac{\Delta A}{A}, \frac{\Delta B}{B}, \frac{\Delta C}{C}, \frac{\Delta D}{D}, \frac{\Delta M}{M};$$

ячейки 0—3 отводятся для хранения значения модифицируемых кодов, которые вводятся автоматически по ходу выполнения программ.

Методически целесообразно представить распределение различных величин по ячейкам памяти данных в виде карты памяти (таблица 3, см. приложение).

Пояснения к программе

Для автоматического двукратного в процессе выполнения программы ввода значений модифицируемых кодов в ячейки 0—3 служит подпрограмма (адреса 34—42).

Переход на подпрограмму реализуется по адресам 00—01 и 20—21.

Вычисления значений относительных ошибок отдельных прямых измерений $\frac{\Delta A}{A}$, $\frac{\Delta B}{B}$, $\frac{\Delta C}{C}$, $\frac{\Delta D}{D}$, $\frac{\Delta M}{M}$ реализуются в цикле (адреса 02—08). Значения абсолютных ошибок и значения прямо измеряемых величин последовательно вызываются по командам косвенной адресации к ячейкам 2 и 1, а значения относительных ошибок последовательно записываются по команде косвенной адресации к ячейке 3. Цикл выполняется пять раз, до тех пор, пока значение переменной цикла в ячейке 0 не станет равным 0.

Значение косвенно измеряемой величины x вычисляется по линейной программе (адреса 09—19).

Вычисления относительной ошибки E косвенно измеряемой величины производятся суммированием относительных ошибок прямо измеряемых величин в цикле 2 (адреса 22—26) с помощью команды косвенной адресации к ячейке 3. Цикл выполняется пять раз, до тех пор, пока значение переменной цикла в ячейке 0 не станет равным 0.

Вычисление абсолютной ошибки косвенного измерения Δx производится по линейной программе (адреса 27—31).

Далее следует обход подпрограммы (адреса 32—33), остановка вычислений (адрес 43) и возврат на начало программы (адреса 44—45).

Схема программы и сама программа приводятся в таблицах 4 и 5 (см. приложение).

Вычисление ошибок косвенно измеряемой величины на МК-54 состоит из следующих этапов:

1) составление программы;

2) занесение программы в МК в режиме «Программирование»;

3) занесение исходных данных в МК в режиме «Автоматическая работа»;

4) вычисления в режиме «Автоматическая работа»;

5) извлечение из памяти МК результатов и промежуточных данных.

Эффективное использование ПМК на лабораторных работах в целях обработки результатов физических измерений требует на первых порах большой целенаправленной работы по последовательному и постепенному овладению учащимися умениями и навыками работы на них.

По-видимому, только к X классу на основе знаний, полученных учащимися по основам информатики и вычислительной техники, можно привлекать учащихся к составлению программ.

Поэтому в VIII классе при выполнении первых лабораторных работ необходимо, чтобы программы были уже занесены в память ПМК. Работа учащихся должна заключаться в занесении необходимых данных в МК и извлечении из памяти результатов вычислений после выполнения программы.

Если отсутствует необходимое количество ПМК или класс не обладает необходимой подготовкой по информатике и математике, целесообразно использовать ПМК в различных формах во внеурочной работе (факультативы, кружки и т. д.).

Еще большие возможности по освобождению учащихся от рутинных операций в процессе выполнения лабораторных и практических работ имеют ЭВМ. Ниже (таблица 6) приводится универсальная программа обработки результатов лабораторных и практических работ по физике, написанная на Бейсике. Данная программа должна быть записана на магнитном диске и в необходимый момент (во время, отведенное для работы учащихся в дисплейном классе) может быть считана в оперативную память ЭВМ учителя и по локальной сети передана на ЭВМ учащихся.

Работа учащихся с этой программой в диалоговом режиме выглядит следующим образом. Сначала на экране дисплея высвечиваются необходимые пояснения по работе с программой, а затем учащийся последовательно по запросу ЭВМ вводит вид конкретной формулы для вычисления косвенно измеряемой физической величины, используемой в данной лабораторной или практической работе. Данная формула высвечивается на экране.

Затем ЭВМ запрашивает у учащегося числовые значения прямо измеряемых физических величин, величины их абсолютных ошибок, а также их единицы измерения. Если единицы измерения величины и ее ошибки не совпадают, данные запрашиваются снова. На экране высвечиваются значения относительных ошибок для каждого прямого измерения.

В конце работы на экране высвечиваются формулы и значения косвенно измеряемой величины, относительной ошибки косвенного измерения, абсолютной ошибки косвенного измерения, результата косвенного измерения, а также интервал значений, в котором с большой вероятностью лежит истинное значение косвенно измеряемой величины. Все вычисления проводятся ЭВМ по алгоритму обработки результатов лабораторных работ, описанному в данной статье выше.

Таким образом, учащийся, работая на ЭВМ, получает возможность в течение 5—7 мин обработать результаты любой лабораторной или практической работы школьного курса физики. В результате достигаются две цели: во-первых, интенсифицируется процесс обучения самой физике за счет выделения дополнительного времени на усвоение ее теоретического содержания, отработку умений и навыков; во-вторых, учащиеся получают необходимые представления об использовании ЭВМ, закрепляют умения и навыки пользователя ЭВМ.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Ошибки косвенных измерений
(формулы и программы вычислений на БЗ-36)

№№	Вид функции	Программа	Ошибки			
			абсолютная $\pm \Delta x$	программа	относительная $\pm \frac{\Delta x}{x}$	программа
1	$x = A + B$	A [+] B [=]	$\Delta A + \Delta B$	Δ A [+] Δ B [=]	$\frac{\Delta A + \Delta B}{A + B}$	[(] Δ A [+] Δ B [)] [÷] [(] A [+] B [)] [=]
2	$x = A - B$	A [−] B [=]	$\Delta A + \Delta B$	Δ A [+] Δ B [=]	$\frac{\Delta A + \Delta B}{A - B}$	[(] Δ A [+] Δ B [)] [÷] [(] A [−] B [)] [=]
3	$x = AB$	A [*] B [=]	$A \cdot \Delta B + B \cdot \Delta A$	A [*] Δ B [+] [(] B [*] Δ A [)] [=]	$\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$	Δ A [÷] A [=] [F] [П+] Δ B [÷] B [=] [F] [П+] [F] [ИП]
4	$x = A/B$	A [÷] B [=]	$\frac{A \cdot \Delta B + B \cdot \Delta A}{B^2}$	[(] A [*] Δ B [+] [(] B [*] Δ A [)] [)] [÷] B [÷] B [=]	$\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$	[(] Δ A [÷] A [)] [÷] [(] Δ B [÷] B [)] [=]
5	$x = A^n$	A [F] [y^x] n	$n \cdot A^{n-1} \Delta A$	n [*] [(] A [F] [y^x] n − 1 [)] [*] Δ A [=]	$n \frac{\Delta A}{A}$	n [*] Δ A [÷] A [=]
6	$x = \sin A$	A [F] [sin]	$\cos A \cdot \Delta A$	A [F] [cos] [*] Δ A [=]	$\operatorname{ctg} A \, \Delta A$	A [F] [tg] [F] [1/x] [*] Δ A [=]
7	$x = kA + m$	K [*] A [+] m	$k \cdot \Delta A$	K [*] Δ A	$\frac{k \cdot \Delta A}{kA + m}$	K [*] Δ A [÷] [(] K [*] A [+] m [)] [=]

Таблица 2

Значения величин для лабораторных работ VIII – X классов, используемых в универсальной программе обработки результатов измерений

№	Класс	№ работы	Формула	Значение величин
1	8	1	$a=\frac{2S}{t^2}$	$A=2,\ B=S,\ C=1,\ D=t,\ M=t,$ $\Delta A=0,\quad \Delta B=\Delta S,\quad \Delta C=0,$ $\Delta D=\Delta t,\ \Delta M=\Delta t$
2	8	2	$k=-\frac{P}{x}$	$A=P,\quad B=1,\quad D=x,\quad M=1,$ $\Delta A=\Delta P,\quad \Delta B=0,\quad \Delta C=0,$ $\Delta D=\Delta x,\ \Delta M=0$
3	8	3	$\mu=\frac{F_{\text{тр.}}}{P}$	$A=F_{\text{тр.}},\quad B=1,\quad C=1,\quad D=P,$ $M=1,\quad \Delta A=\Delta F_{\text{тр.}},\quad \Delta B=0,$ $\Delta C=0,\ \Delta D=\Delta P,\ \Delta M=0$
4	9	2	$\sigma=\frac{pghd}{4}$	$A=h,\quad B=d,\quad C=\frac{pg}{4},\quad D=1,$ $M=1, \Delta A=\Delta h,\ \Delta B=\Delta d,\ \Delta C=0,$ $\Delta D=0,\ \Delta M=0$
5	9	3	$E=\frac{l_0\cdot F}{\Delta l\cdot S}$	$A=l_0,\quad B=F,\quad C=1,\quad D=\Delta l,$ $M=S,\quad \Delta A=\Delta l_0,\quad \Delta B=\Delta F,$ $\Delta C=0,\quad \Delta D=\Delta(\Delta l),\quad \Delta M=\Delta S$
6	9	5	$p=\frac{U\pi dd}{4Il}$	$A=U,\quad B=\frac{\pi d}{4},\quad C=d,\quad D=J,$ $M=l,\quad \Delta A=\Delta U,\quad \Delta B=\frac{\pi\Delta d}{4},$ $\Delta C=\Delta d,\ \Delta D=\Delta J,\ \Delta M=\Delta l$
7	9	6	$k=\frac{\Delta m}{I\cdot t}$	$A=\Delta m,\quad B=1,\quad C=1,\quad D=I,$ $M=t,\quad \Delta A=\Delta(\Delta m),\quad \Delta B=0,$ $\Delta C=0,\ \Delta D=\Delta I,\ \Delta M=\Delta t$
8	10	1	$g=\frac{4\pi^2n^2l}{t\cdot t}$	$A=4\pi^2n^2,\quad B=l,\quad C=1,\quad D=t,$ $M=t,\ \Delta A=0,\ \Delta B=\Delta l,\ \Delta C=0,$ $\Delta D=\Delta t,\ \Delta M=\Delta t$

Таблица 3

Карта памяти универсальной программы обработки результатов измерений

Регистр	Содержание регистра		Пояснения	
0	5, 4, 3, 2, 1, 0	5, 4, 3, 2, 1, 0	Значения переменной счетчика циклов в циклах 1 и 2	
1	14, 13, 12, 11, 10, 9	14, 13, 12, 11, 10, 9	Значения модифицируемого кода	
2	9, 8, 7, 6, 5, 4	9, 8, 7, 6, 5, 4	Значения модифицируемого кода	
3	9, 8, 7, 6, 5, 4	9, 8, 7, 6, 5, 4	Значения модифицируемого кода	
4	ΔM	$\frac{\Delta M}{M}$	Ввод	Вывод
5	ΔD	$\frac{\Delta D}{D}$	Ввод	Вывод
6	ΔC	$\frac{\Delta C}{C}$	Ввод	Вывод
7	ΔB	$\frac{\Delta B}{B}$	Ввод	Вывод
8	ΔA	$\frac{\Delta A}{A}$	Ввод	Вывод
9	M		Ввод	
a	D		Ввод	
в	C	ΔX	Ввод	Вывод
c	B	E	Ввод	Вывод
d	A	X	Ввод	Вывод

Таблица 4

Схема универсальной программы обработки результатов измерений для случая, когда $\Delta A_{\text{сист}} > \Delta A_{\text{случ}}$

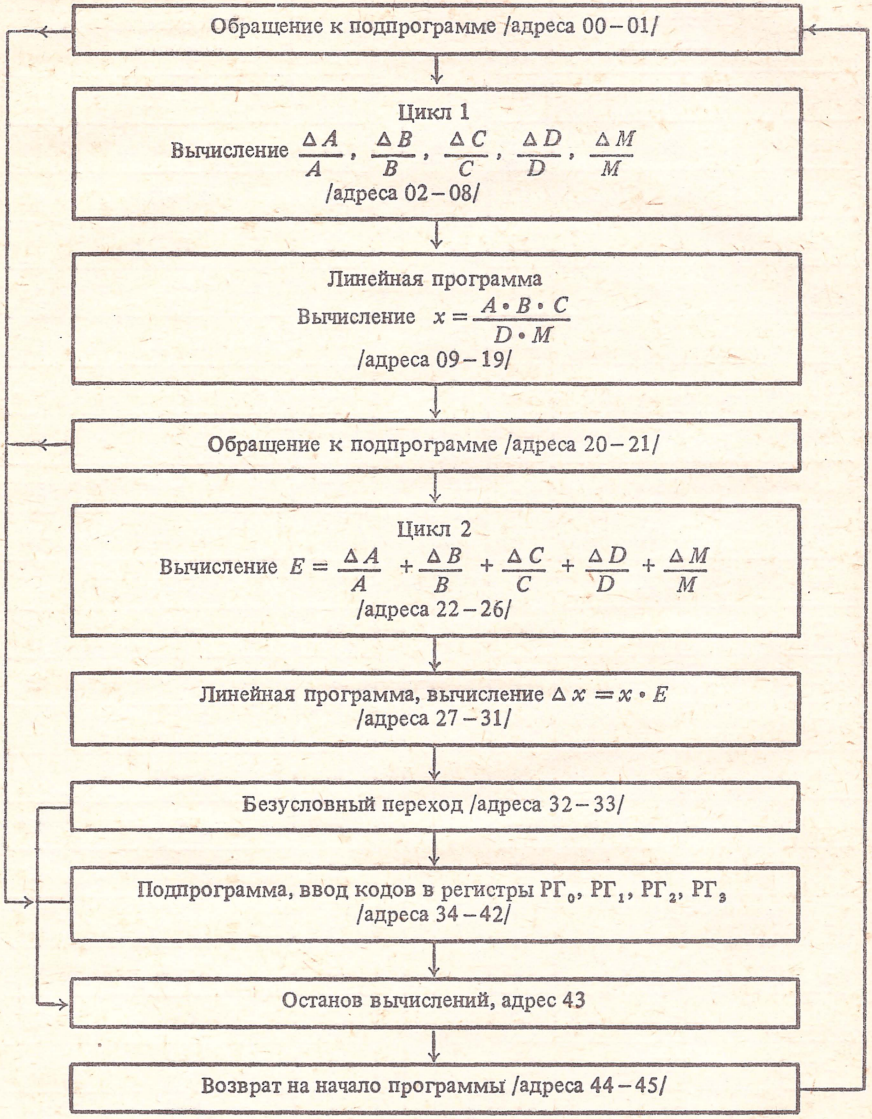


Таблица 5

Универсальная программа обработки результатов измерений для случая, когда $\Delta A_{\text{сист}} > \Delta A_{\text{случ}}$

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	ПП	53
01	34	34
02	К П→Х 2	Г2
03	В↑	0Е
04	К П→Х 1	Г1
05	÷	13
06	К Х→П 3	Г3
07	F L_0	5Г
08	02	02
09	П→Х *d*	6Г
10	В↑	0Е
11	П→Х *c*	6С
12	*	12
13	П→Х *в*	61
14	*	12
15	П→Х *a*	6–
16	÷	13
17	П→Х 9	69
18	÷	13
19	Х→П *d*	4Г
20	ПП	53
21	34	34

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
22	К П→Х 3	Г3
23	+	10
24	Х→П *c*	4С
25	F L_0	5Г
26	22	22
27	П→Х *d*	6Г
28	В↑	0Е
29	П→Х *c*	6С
30	*	12
31	Х→П *b*	41
32	БП	51
33	43	43
34	9	09
35	Х→П 2	42
36	Х→П 3	43
37	5	05
38	Х→П 0	40
39	+	10
40	Х→П 1	41
41	Сх	0Г
42	В/О	52
43	С/П	50
44	БП	51
45	00	00

Таблица 6

Универсальная программа обработки результатов лабораторных работ

```
10 CLS : PRINT
20 PRINT «ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗМЕРЕНИЙ в ЛАБОРАТОРНЫХ и ПРАКТИЧЕСКИХ
работах по ФИЗИКЕ»
30 PRINT
40 PRINT « В общем случае косвенно измеряемая величина является функцией: X = F (A, B, C, ...), где
A, B, C, ...— прямо измеряемые физические величины.»
50 PRINT
60 PRINT « Для большинства лабораторных и практических работ вид этой функции можно представить так:
X = K*A*B*C/D*M*N, где K — числовой коэффициент».
70 PRINT
80 PRINT « Введем в ЭВМ конкретный вид этой функции, т. е. определим ФОРМУЛУ, по которой будет вычисляться косвенно измеряемая величина в данной работе».
90 PRINT
100 DIM A1(6), A(6), E(6), K$(6), F$(6), P$(6)
110 PRINT «Введите обозначение косвенно измеряемой физической величины.»
120 INPUT X$
130 PRINT «Введите значение числового коэффициента»
140 INPUT K
150 PRINT «Введите последовательно обозначения физических величин, которые в формуле для вычисления косвенно измеряемой величины стоят в числителе.»
160 K$(1) = INPUT$(1) : PRINT K$(1)
170 K$(2) = INPUT$(1) : PRINT K$(2)
180 K$(3) = INPUT$(1) : PRINT K$(3)
190 PRINT «Введите последовательно обозначения физических величин, которые в формуле для вычисления косвенно измеряемой величины стоят в знаменателе.»
200 K$(4) = INPUT$(1) : PRINT K$(4)
210 K$(5) = INPUT$(1) : PRINT K$(5)
220 K$(6) = INPUT$(1) : PRINT K$(6)
230 FOR I = 1 TO 6
240 IF ASC(K$(I) ) = 13 GOTO 260
250 F$(I) = K$(I)
260 NEXT I
270 PRINT «В данной работе косвенно измеряемая величина определяется по формуле: «,X$;«=»; K; F$(1); F$(2); F$(3); «/»; F$(4); F$(5); F$(6)
280 FOR I = 1 TO 6
290 A(I) = 1
```

```
300 NEXT I
310 FOR I=1 TO 6
320 IF  ASC(K$(I))=13 GOTO 450
330 PRINT «Введите измеренное значение величины»; K$(I)
340 INPUT A(I):PRINT K$(I); «=»; A(I)
350 PRINT «Введите единицу измерения»; K$(I)
360 INPUT S$(I):PRINT K$(I); «=»; A(I); S$(I)
370 PRINT «Введите величину абсолютной ошибки Δ»; K$(I)
380 INPUT A1(I):PRINT «Δ»; K$(I); «=»; A1(I)
390 PRINT «Введите единицу измерения Δ»; K$(I)
400 INPUT S1$(I):PRINT «Δ»; K$(I); «=»; A1(I); S1$(I)
410 IF S$(I)< >S1$(I)  THEN PRINT «Проверьте правильность ввода единиц измерения и введите данные снова!»:
GOTO 330
420 E(I)=A1(I)/A(I)
430 PRINT  «Относительная ошибка E(«;K$(I);»)=»;  «Δ»;
K$(I); «/»; K$(I); «=», A1(I); S$); «/»; A(I); S1$(I); «=»;
USING «#.## ##»; E(I)
440 E=E+E(I)
450 NEXT I
460 M$=« »+S$(1)+S$(2)+S$(3)+«/»+S$(4)+S$(5)
+S$(6)+« »
470 X=K*A(1)*A(2)*A(3)/(A(4)*A(5)*A(6))
480 X1=X*E
490 PRINT
500 FOR I=1 TO 6
510 IF ASC(K$(I))=12 GOTO 530
520 P$(I)=«E(«+K$(I)+»)+»
530 NEXT I
540 PRINT «Нажмите любую клавишу!»
550 INPUT Z$
560 GLS:PRINT «ВЫЧИСЛЕННОЕ  ЗНАЧЕНИЕ косвенно измеряемой величины:», X$;=»; K;F$(1); F$(2); F$(3); «/»;
F$(4); F$(5); F$(6); «=«USING» #.## ##^^^^&»; X; M$
570 PRINT
580 PRINT «ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ОШИБКА  косвенного измерения:
    E=«; P$(1); P$(2); P$(3); P$(4); P$(5); P$(6); «=»:
PRINT USING»+ #.##
    «; E(1); E(2); E(3); E(4); E(5); E(6); PRINT«=» USING
    «#.## ##»; E
590 PRINT
600 PRINT «АБСОЛЮТНАЯ ОШИБКА косвенного измерения:
Δ»; X$; «=»; X$; «*E=»USING «#.## ##^^^^&»; X1; M$
610 PRINT
620 W$=«+ –»
630 PRINT «РЕЗУЛЬТАТ косвенного измерения:  »;
```

```
X$; «=»;
X$; «+ — Δ»; X$; «=» USING ##.### && ##.#### &»;
X; M$; W$; X1; M$
640 PRINT
650 V$ = «(»+X$+« (»
660 PRINT «ИСТИННОЕ ЗНАЧЕНИЕ косвенно измеряемой величины с большой вероятностью лежит в интервале значений:»
670 PRINT USING «#.### ^^^^&& #.### ^^^^&»; X —
—X1; M$; V$; X+X1; M$
680 PRINT
690 END
```

В. П. Коновалов, С. О. Елютин, А. И. Руденко

ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА НА МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРАХ

В данной работе раскрывается практический опыт по использованию средств вычислительной техники в учебном процессе физико-математической школы (ФМШ) № 542 МИФИ.

Курс физики в ФМШ МИФИ базируется на экспериментальной программе, предусматривающей четыре двухчасовых занятия по физике в неделю: 2 ч лекций, 4 ч (по 2 ч) семинарских занятий и 2 ч лабораторного практикума в двух лабораториях для IX и X классов, в составе которого более 80 лабораторных работ, охватывающих весь курс физики по программе ФМШ. Часть этих работ в порядке педагогического эксперимента мы проводим с применением программируемых микрокалькуляторов МК-64, работающих в линию с лабораторными установками учащихся. Это означает, что информация с измерительного прибора (вольтметра, электронного секундомера и т. д.) напрямую поступает в микрокалькулятор, анализируется и обрабатывается в соответствии с заложенным алгоритмом, а в ряде случаев сам микрокалькулятор может являться высокоточным цифровым вольтметром, амперметром и омметром одновременно. Все эти возможности обусловлены тем, что выпускаемый серийно нашей промышленностью МК-64 конструктивно приспособлен для работы с внешними устройствами, а это в свою очередь открывает новые возможности по применению калькуляторов в лабораторном практикуме.

При этом параллельно решаются две задачи. Во-первых, в процессе работы учащиеся приобретают начальные навыки общения с программируемым вычислительным средством, осваивают общие принципы автоматизации с применением ВТ. Во-вторых, применение ВТ в учебном процессе позволяет повысить эффективность и улучшить качество самого обучения. Остановимся на втором вопросе более подробно.

Опыт использования микрокалькуляторов в линию с лабора-

торными установками в 1984/85 учебном году (а он основывается на наблюдении за работой школьников в лаборатории и данных анкетного опроса) однозначно показывает, что учащиеся проявляют повышенный интерес к самому процессу выполнения работы, а это безусловно положительно сказывается на качестве усвоения материала. Кроме того, только из-за слияния вычислительного средства с измерительным прибором время выполнения необходимых заданий сокращается в 1,5—2 раза(!) по сравнению с контрольной группой, работающей по обычной методике, несмотря на то что более 90 % учащихся контрольной группы обсчитывают результаты измерений на программируемых и инженерных калькуляторах. Освободившееся время используется для более глубокого изучения теории по теме данной работы, выполнения дополнительных более сложных заданий, обсуждения полученных результатов.

И тем не менее работа в лаборатории остается настоящей экспериментальной работой с достаточным количеством ручного труда, но выполняется она на основе современных подходов и принципов, освобождая учащихся от многочисленных рутинных операций и предоставляя, таким образом, широкие возможности для активной творческой деятельности обучаемых.

Как уже упоминалось, МК-64 представляет собой программируемый микрокалькулятор с возможностью приема и обработки цифровой и аналоговой информации, поступающей от внешних устройств (далее ВУ). Причем возможна работа в трех режимах:

I — автоматическая работа;

II — программирование (ввод программы);

III — работа с ВУ.

Первые два режима характерны для любого программируемого калькулятора, а режим «Работа с ВУ» является отличительной особенностью, присущей только МК-64.

Поэтому далее мы будем в основном рассматривать те вопросы, которые являются наиболее важными и принципиальными для организации эффективной работы именно в этом режиме.

Что же нужно знать о калькуляторе при работе с ВУ?

I. Организация областей памяти

Калькулятор имеет в своем составе десять числовых регистров P0, ..., P9. Первые два регистра P0 и P1 имеют особое обозначение: X- и У-регистры. Именно содержимое этих двух регистров используется в качестве операндов для выполнения арифметических, тригонометрических и степенных операций, входящих в математическое обеспечение калькулятора.

X-регистр — единственный регистр, ввод информации в который может осуществляться непосредственно с клавиатуры; кроме того, только в X-регистр можно копировать содержимое всех остальных регистров P (включая и У-регистр).

Остальные восемь регистров (P2, ..., P9) являются адресуемыми регистрами памяти. В них обычно хранятся промежуточные результаты вычислений, а также информация для работы программ калькулятора. В режиме «Автоматическая работа» запись информации в эти регистры возможна одним-единственным способом; содержимое X-регистра копируется в соответствующий регистр P_i ($i=2, ..., 9$).

В режиме «Работа с ВУ» ситуация несколько меняется:

во-первых, регистр P9 становится системным регистром, его содержимое представляет собой код эксперимента или, другими словами, полностью определяет порядок работы с ВУ (количество опрашиваемых датчиков, допусковый контроль входной информации, вывод на цифропечать и т. д.);

во-вторых, запись информации в регистры P2, ..., P8 может происходить непосредственно с аналоговых или числовых входов калькулятора.

В дальнейшем мы будем рассматривать в основном ввод в калькулятор аналоговой информации, так как при этом организация работы является наиболее простой и не требуется никаких дополнительных устройств для сопряжения МК-64 с внешней аппаратурой. Тем не менее следует помнить, что такой режим работы не является единственно возможным, а для сопряжения с приборами, имеющими числовой выход в двоично-десятичном коде 8—4—2—1, существует вполне доступная возможность использования специальных информационных входов микрокалькулятора: Вх. инф. P1, ..., Вх. инф. P12; правда, при этом требуются особые переходные устройства.

Итак, в случае обработки аналоговой информации рабочими входами будут входы с первого по седьмой, расположенные на разъеме ХС3. Порядок передачи информации выглядит тогда следующим образом: информация со входа поступает в регистр P_{i+1}, где $i = 1, ..., i_{max}$. а $i_{max} \leqslant 7$ (определяется кодом эксперимента).

Как и любой программируемый калькулятор, МК-64 имеет (кроме регистровой) стековую область памяти, которая представляет собой шесть регистров S1, ..., S6, соединенных вместе с регистром X в кольцо. Запись и вызов чисел из стековой памяти происходят обычным для многих калькуляторов способом: по определенной команде содержимое X копируется в S6, содержимое S6 в начальном состоянии переходит в S5 и далее S5 — в S4, S4 — в S3, S3 — в S2, S2 — в S1, а содержимое S1 передается в регистр X.

Подобно регистрам P, стек МК-64, кроме обычного применения, используется особым образом в случае работы с ВУ. При некотором коде эксперимента содержимое регистров S1, ..., S6 интерпретируется как границы max- и min-допустимого значения входной величины, поступающей по входам 1, ..., 6, и в случае выхода ее за эти границы зажигается соответствующая сигналь-

ная лампочка на передней панели калькулятора, а кроме того, вырабатываются специальные сигналы на выходе МК-64. Их в перспективе можно использовать для управления ходом эксперимента.

И наконец, программная область, или область памяти, предназначенная для хранения программ обработки, написанных пользователем. Она состоит из 66 ячеек и условно разбита на 10 страниц с шестью ячейками на каждой странице. Для нас же существенно то, что при работе с ВУ пять шагов займет специальный фрагмент программы, без которого повторное обращение к внешним устройствам невозможно.

Следовательно, свободная область для программ сократится на пять шагов.

Приведенные здесь особенности в организации и работе регистровой, стековой и программной областей памяти характеризуют специфику работы программируемого микрокалькулятора МК-64 с ВУ. В остальном нет никаких существенных отличий от обычных ПМК, с той лишь разницей, что теперь в часть регистров памяти информация поступает непосредственно от ВУ.

II. Функциональные блоки МК-64

Выше было указано на то, что информация в аналоговой форме со входов поступает в числовые регистры калькулятора. Для организации наиболее эффективной работы с ВУ необходимо хорошо понимать, как происходит эта передача, т. е. каков функциональный состав микрокалькулятора.

Микрокалькулятор МК-64 состоит из следующих основных функциональных элементов: кассета ЭКВМ (или вычислительный блок), блок АЦП (аналого-цифровой преобразователь) с коммутатором, блок питания, блок внутренних соединений.

Кассета ЭКВМ может непосредственно принимать числовую информацию в двоично-десятичном коде 8—4—2—1 по двенадцати числовым входам (Вх. инф. Р1, ..., Вх. инф. Р12), расположенным на розетке разъема ХС1. Так как для передачи одной десятичной цифры в таком коде требуется задать некоторую комбинацию логических нулей и единиц на четырех шинах, то, следовательно, одновременно можно передать в микрокалькулятор не более трех цифр. Довольно часто этой возможности оказывается достаточно для обеспечения работоспособности установки; если нет, то нужно последовательно ввести еще три цифры, а затем составить (при помощи подпрограммы) итоговое шестизначное число.

Блок АЦП принимает информацию в аналоговой форме (т. е. в виде уровня напряжения в диапазоне $-10В \div +10В$) с одного из семи входов, расположенных на розетке ХС3 (Вх. 1, ..., Вх. 7), измеряет амплитуду сигнала и выдает результат в двоично-десятичном коде по уже известным нам двенадцати ши-

нам (Вх. инф. Р1, ..., Вх. инф. Р12) на кассету ЭКВМ для последующей обработки.

Наиболее простой вариант работы — ввод только аналоговой информации, однако можно работать, принимая дополнительно числовую информацию в двоично-десятичном коде.

В таком режиме, сочетающем числовой ввод информации на кассету ЭКВМ и ввод аналоговой информации на блок АЦП, авторы используют микрокалькулятор МК-64 для работы в линию с лабораторной установкой по изучению движения тела на наклонной плоскости. Измеряемая датчиками координата тела, а также информация о времени прохождения телом заданного расстояния, подаваемая с выхода цифрового миллисекундомера, вводятся в калькулятор и затем обрабатываются по соответствующей программе.

Однако в данной статье авторы посчитали целесообразным дать описание более простого варианта лабораторной работы по механике в режиме только числового ввода, а остальные два примера продемонстрируют, каким образом организовать работу в режиме аналогового ввода информации.

Еще раз следует подчеркнуть, что мы обращаем внимание на основные, ключевые моменты как в устройстве самого микрокалькулятора, так и в организации его работы с ВУ, считая, что на первом этапе следует ориентироваться на такие варианты работы с ВУ, которые требуют минимальных подготовительных мероприятий, доступных любой школе, любому кабинету физики. Поэтому многие интересные, но более сложные технические вопросы устройства и работы МК-64 мы опускаем, полагая, что по мере приобретения навыков использования калькуляторов в физическом лабораторном эксперименте появится желание и возможность использовать свойства калькулятора наиболее полно.

III. Обработка информации от объекта эксперимента в МК-64

В режиме «Работа с ВУ» калькулятор запускается в работу нажатием клавиши [ПУСК].

1. В этот момент управление передается специальной микропрограмме, заданной разработчиками калькулятора и прошитой в соответствующих интегральных микросхемах. Эта микропрограмма анализирует содержимое регистра № 9 (код эксперимента из восьми цифр) и извлекает из него следующую информацию:

первая цифра кода — количество опрашиваемых ВУ;
вторая » — асинхронный режим ввода (наш случай)
или синхронный режим ввода;
третья » — всегда задается 0;
четвертая » — наличие допускового контроля:
1 — есть контроль,
0 — нет контроля;

пятая, шестая, седьмая, восьмая цифры кода — могут задаваться пользователем произвольно, так как не анализируются микропрограммой.

Затем определяется номер опрашиваемого входа i, причем первое значение $i = 1$.

2. Информация с этого входа, прошедшая «оцифровку» в блоке АЦП, готова для введения в соответствующий регистр P_{i+1}, однако, прежде чем выполнить эту операцию, микропрограмма анализирует старое содержимое регистра и выполняет одно из двух действий:

А. В регистре нуль. Тогда в P_{i+1} вводится число N_A, в 10^4 раз меньшее истинного напряжения, измеренного в вольтах; например, в схеме $U = 2{,}34$В, а в регистре P_{i+1} будет число $N_A = 0{,}000234$.

Б. В регистре не нуль, а некоторая константа «K». Тогда в P_{i+1} будет записано число $N_Б$, равное произведению N_A (из пункта A) на K, т. е. $N_Б = N_A \times K$.

3. Затем микропрограмма проводит допусковый контроль числа в соответствии с данными, записанными в регистры стека, при этом контроль информации, поступающей по первому каналу, происходит по допусковым величинам, записанным в регистр $S6$, по второму каналу — в регистр $S5$, по третьему — в $S4$ и т. д. (Как видно, информация по седьмому каналу не охватывается допусковым контролем.)

Если содержимое регистров стека просто равно нулю, то прием ненулевой информации по i-му входу будет отображаться на передней панели калькулятора зажиганием сигнальной лампочки с номером i.

4. Далее микропрограмма определяет, сколько ВУ было опрошено. Если меньше, чем заказано в коде эксперимента, то номер i увеличивается на единицу и процесс повторяется, начиная с п. 2.

5. Если опрошены все внешние устройства, то микропрограмма завершает свою обработку и вырабатывает сигнал, аналогичный нажатию клавиши [С/П].

6. Другими словами, автоматически запускается собственно программа обработки, написанная самим пользователем и предварительно занесенная в программную область памяти калькулятора. Эта программа оперирует с регистрами РО ÷ Р8 обычным образом, только теперь в части регистров Р информация задана не пользователем, а поступила непосредственно от внешних устройств.

7. Повторение эксперимента. Для того чтобы можно было повторять эксперимент по опросу ВУ любое число раз, необходимо в произвольное место программы включить следующую цепочку команд:

[ВП] [1] [0] [0] [РО].

Такую последовательность действий можно и не включать в программу обработки, однако тогда ее нужно будет выполнять каждый раз перед нажатием клавиши [ПУСК].

Таков порядок работы и таковы особенности составления программ микрокалькулятора МК-64, которые необходимо помнить при работе с внешними устройствами.

IV. Примеры лабораторных работ с применением МК-64

Прежде чем приступить к выполнению лабораторных работ с микрокалькулятором, необходимо подготовить МК-64 к работе с внешними устройствами. Для этого нужно в соответствии с инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя и подробными рекомендациями распаять вилки разъемов калькулятора (они входят в комплект принадлежностей).

Эта операция достаточно проста, однако для удобства пользования и обеспечения универсальности программ обработки выполнить ее следует стандартным образом: Вход 1 — красный, Вход 2 — синий провод, общая шина Вход — белый провод. Для работы № 3 требуется специальное переходное устройство. У нас такие простейшие устройства собрали сами школьники во время производственной практики.

Работы № 1 и 2 иллюстрируют действие калькулятора в режиме приема аналоговой, а работа № 3 — приема цифровой информации.

Программы обработки рекомендуем вводить до начала выполнения лабораторной работы (например, это может проделать лаборант), с тем чтобы освободить учащегося. Однако понимание учеником структуры программы и общих принципов работы калькулятора МК-64 с ВУ, пусть даже в самом общем виде, представляется обязательным. (Конкретно: учащиеся должны владеть элементарными операциями извлечения /занесения информации в регистры МК-64.)

Лабораторная работа № 1

Изучение замкнутой электрической цепи

Целью данной лабораторной работы является ознакомление учащихся на практике с обобщенным законом Ома для замкнутой цепи, изучение зависимости тока цепи и напряжения, падающего на переменном сопротивлении R_x, от величины этого сопротивления, определение полезной мощности N_x.

Для выполнения работы необходимы следующие приборы и принадлежности:

1. Источник питания постоянного тока ($E \leqslant 10$В). Например, две батареи «Бакен», соединенные последовательно.

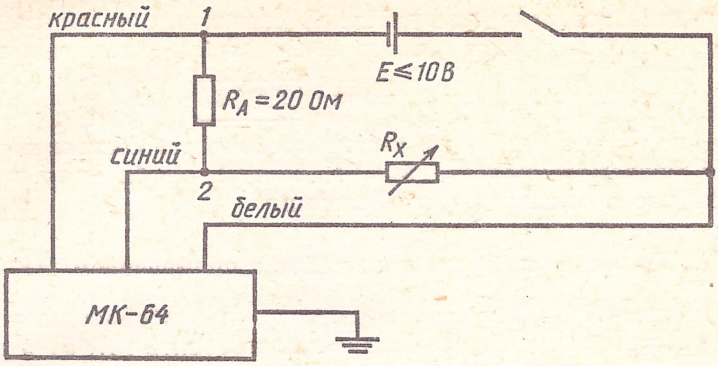


Рис. 1

2. Магазин сопротивления (R_x).

3. Известное с хорошей точностью сопротивление (R_A = = 20 Ом).

4. Ключ, соединительные провода.

5. Микрокалькулятор МК-64, подготовленный к работе с ВУ. Схема соединений приведена на рисунке 1, программа обработки для МК-64 — в таблице 1 (см. приложение, с. 83).

Как видим из рисунка схемы, калькулятор непосредственно измеряет U_{23} и U_{13}. U_{23} — это не что иное, как падение напряжения U_x на переменном сопротивлении R_x, а $U_{12} = U_{13} - U_{23}$ — это U_A (падение напряжения на известном нам сопротивлении R_A = 20 Ом). Разделив U_A на R_A, получим ток в цепи $I_ц$, а теперь уже можно определить само R_x($R_x = U_x/I_ц$), полезную мощность $N_x = U_x \cdot I_ц$ и ее ошибку ΔN_x.

Все эти действия заложены в программу и выполняются автоматически при каждом измерении.

Таким образом, МК-64 одновременно является вольтметром, амперметром и омметром.

При выполнении работы сопротивление R_A можно считать аналогом внутреннего сопротивления амперметра, а R_x изменять от нуля (ток короткого замыкания) до 100 ÷ 500 Ом.

В качестве заданий для учащихся можно предложить:

исследовать зависимость тока и падения напряжения во внешней цепи от величины сопротивления внешнего участка цепи;

исследовать зависимость полезной мощности от величины сопротивления внешнего участка цепи;

экспериментально определить сопротивление нагрузки, при котором максимальна полезная мощность.

На рисунке 2 графически представлены результаты этой лабораторной работы, а порядок ее выполнения выглядит следующим образом:

1. Перед началом эксперимента в регистры № 5, 7, 8, 9 заносятся соответствующие константы:

20,0 — в Р5 ($R_A = 20{,}0$ Ом),
0,02 — в Р7 (абсолютная ошибка измерения напряжения микрокалькулятором МК-64, равная 20 мВ),
10 000 — в Р8 (перевод напряжения в вольты)
21 010 000 — в Р9 (код эксперимента).

2. Выставляется нужное R_x на магазине сопротивлений.

3. Последовательным нажатием клавиш

[C_x], [Р2], [Р3]; [ПУСК]

калькулятор запускается в работу.

4. После окончания вычислений (примерно 5 ÷ 7с) можно считывать измеренные и вычисленные величины, при этом на индикаторе высвечивается вычисленное R_x. Далее извлекаем:

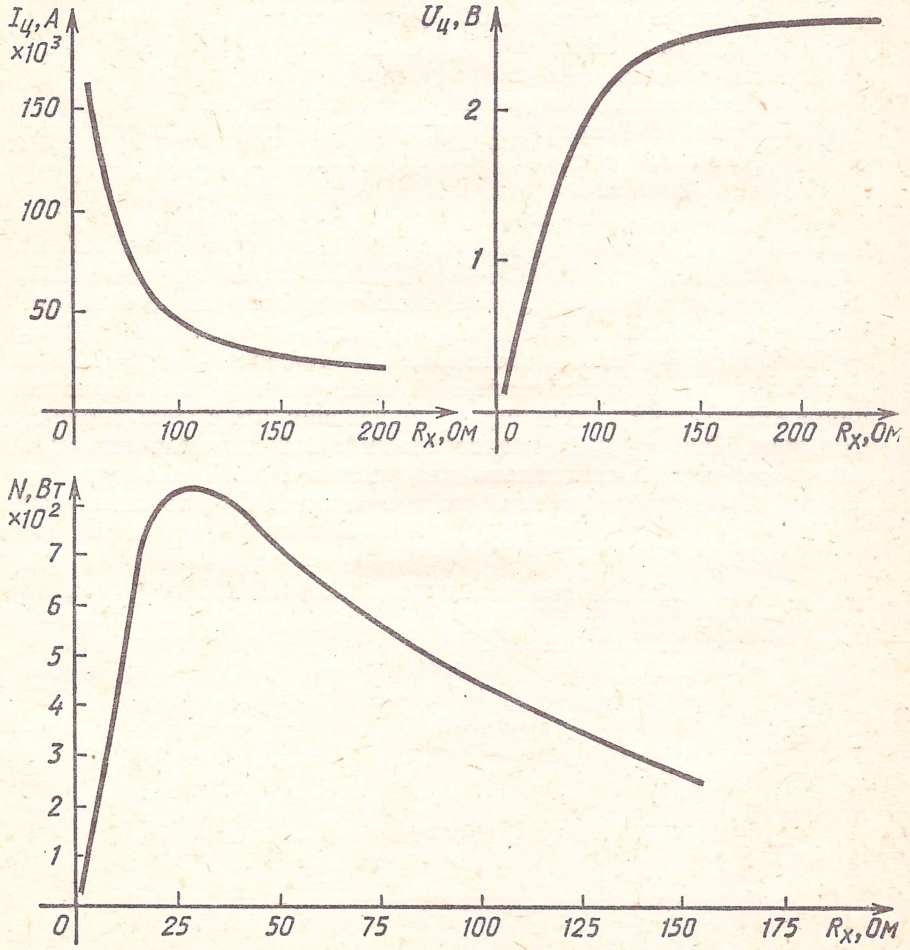


Рис. 2

напряжение U_x — командой F_3,
ток цепи $I_ц$ — командой F_4,
мощность N_x — командой F_6,
ошибку мощности ΔN_x — командой F_2.

Пункты 3 и 4 выполняются столько раз, сколько измерений необходимо произвести.

Лабораторная работа № 2

Изучение работы вакуумного диода

Целью второй работы является ознакомление учащихся с простейшей двухэлектродной лампой, с ее устройством, а также с явлением термоэлектронной эмиссии.

Необходимые приборы и оборудование:

1. Радиолампа на панели (Д).
2. Блок питания (БП).
3. Реостат РПШ (для включения в цепь анода).
4. Магазин сопротивлений (для включения в цепь накала).
5. Микрокалькулятор МК-64, подготовленный к работе с ВУ.
6. Контрольный вольтметр V_k.
7. Панель с тремя резисторами /$R_а$, $R_ш$ и $R_д$/.

Приборы, входящие в п. 1, 2 и 4, взяты из стандартного комплекта физпрактикума К-4820. Панель с резисторами (п. 7) изготавливается согласно схеме, приведенной на рисунке 3. Величины сопротивлений R_A, $R_ш$ и $R_д$ известны и составляют: R_A = = 200 Ом, $R_д$ = 30 кОм (добавочное сопротивление) и $R_ш$ = 10 кОм (шунтирующее сопротивление). По измеренному калькулятором напряжению U_{12} и заданному $R_а$ определяем ток в цепи анода $I_ц$. Сопротивления $R_ш$ и $R_д$ представляют собой делитель напряжения, подобранный специально для работы с АЦП калькулятора МК-64. Измеряя калькулятором напряжение U_{23}, по известным

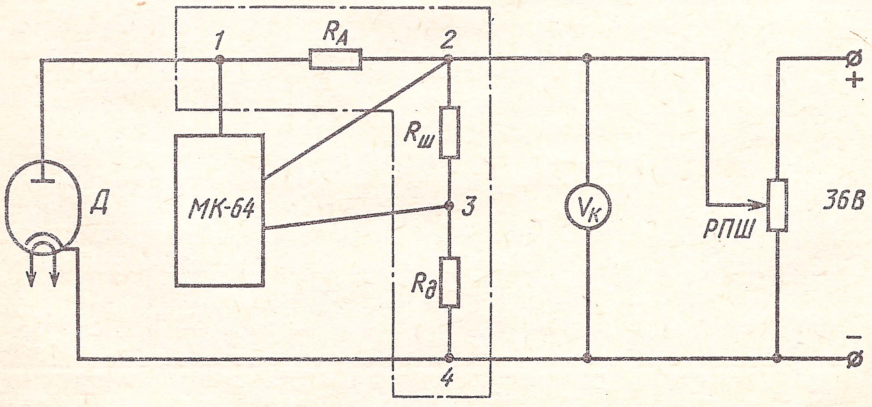


Рис. 3

величинам $R_ш$ и $R_д$ вычисляем значение U_{24} (напряжение между анодом и катодом). Величина этого напряжения задается блоком питания и реостатом РПШ.

Отметим, что в работе № 1 калькулятор измерял напряжение до 10 В (в соответствии со своими техническими возможностями). Работа № 2 является примером того, как можно повысить предел измерений калькулятора. В нашем конкретном случае предел измерений повышен в 4 раза и составляет ± 40 В.

Пункт 6 требует особого пояснения. Вольтметр $V_к$ включается в схему только для контроля, однако в методическом плане его применение представляется нам довольно полезным. Наблюдая чисто качественно на стрелочном индикаторе за изменением напряжения, учащийся лучше усваивает содержание работы, а работающий в линию МК-64 обеспечивает проведение измерений с максимальной эффективностью.

1. Как и в работе № 1, все константы заносятся в регистры калькулятора перед началом работы:

200,0 — в P5 ($R_A = 200$ Ом),
0,02 — в P7 (абсолютная ошибка измерения 20 мВ),
10000 — в P8 (перевод в вольтах),
21010000 — в P9 (код эксперимента).

2. Калькулятор запускается последовательным нажатием клавиш

C_x, P2, P3, ПУСК.

3. После окончания вычислений (примерно $5 \div 7$ с) можно считывать измеренные и вычисленные величины:

U_{24} — командой F3 (напряжение анод-катод),
$I_ц$ — командой F4 (ток цепи анода).

В качестве заданий можно предложить учащимся:

снять вольт-амперную характеристику вакуумного диода при двух разных токах накала;

убедиться в отсутствии тока через диод при изменении полярности на блоке питания.

Текст программы обработки представлен в таблице 2 (см. приложение, с. 84).

Лабораторная работа № 3

Движение тела на наклонной плоскости

Как уже упоминалось выше, данная работа иллюстрирует включение МК-64 в линию с цифровым прибором (в нашем случае это цифровой миллисекундомер Ф-206). Мы кратко перечислим только некоторые особенности этого режима, так как в остальном работа калькулятора происходит так же, как и в работах № 1 и 2. Каковы же эти особенности?

1. Необходимым условием является наличие переходного устройства, преобразующего напряжение на цифровом выходе

прибора к стандарту калькулятора. Так как конструкция устройства будет различной в зависимости от стандарта, в котором работает цифровой прибор, мы не приводим конкретной схемы. Однако в любом случае по двенадцати шинам данных в калькулятор будут передаваться три десятичные цифры на информационные входы 1—12.

2. Требуется обязательное заземление контакта «Управление АЦП» на разъеме XC1.

3. В регистр P9 нужно занести код эксперимента 11010000.

По нажатию клавиши ПУСК либо по сигналу от самого внешнего устройства происходит считывание информации и занесение ее в регистр P2. Дальнейшая обработка проводится в соответствии с тем кругом задач, которые задаются преподавателем.

V. «От простого — к более сложному»

В заключение хотелось бы сказать несколько слов о перспективе применения микрокалькуляторов при изучении физики, в частности в лабораторном физпрактикуме IX—X классов ФМШ.

Применение средств ВТ в народном хозяйстве в настоящее время стало жизненной необходимостью. Только массовое применение ВТ способно перевести экономику страны на путь интенсивного развития, существенно повысить эффективность и качество научных исследований и конструкторских разработок. Таким образом, нынешние школьники в своей будущей деятельности в той или иной форме обязательно столкнутся с необходимостью практически осваивать работу на ЭВМ, поэтому крайне важно еще в школе вооружить учащихся необходимыми знаниями и навыками в области вычислительной техники, как можно шире внедрять эти средства в учебный процесс.

Безусловно, использование самых современных ЭВМ, обладающих широким спектром возможностей (большой объем памяти в ОЗУ и на магнитных дисках, удобное программное обеспечение, наличие цветной графики), является более предпочтительным, так как само решение этих задач становится более насыщенным, более интересным как для обучаемого, так и для того, кто обучает. Но, к сожалению, далеко не всегда такие средства имеются в наличии. Между тем применение простейших (и чаще всего более доступных) вычислительных средств, представляющих собой как бы упрощенную модель ЭВМ, имеет свои методические преимущества.

На них нагляднее видна сама структура автоматизации лабораторной установки, ее логика. Программы обработки просты, и учащиеся смогут активно включаться (если это необходимо) в процесс составления программ, но вместе с тем эти средства обеспечивают достаточно быстрое вычисление всех необходимых параметров изучаемого физического процесса. При этом учащиеся

приобретают начальные навыки общения с программируемым вычислительным средством, работающим в линию с лабораторными установками.

Таким образом, осваивание вычислительной техники, происходящее поэтапно, по принципу «От простого (микрокалькулятор) — к более сложному» (ЭВМ), позволяет учащимся более прочно усвоить основы работы самой ЭВМ. Причем благодаря относительной простоте устройства калькулятора, низкой стоимости и массовости выпуска начать их использование в учебном процессе достаточно доступно любой школе.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Шаг	Команда	Код	Шаг	Команда	Код
01	F3	32	51	F3	32
02	↑	06	52	÷	36
03	F8	82	53	Fx^2	55
04	×	26	54	P2	21
05	P3	31	55	F7	72
10	F2	22	60	↑	06
11	↑	06	61	F3	32
12	F8	82	62	÷	36
13	×	26	63	↑	06
14	P2	21	64	F4	42
15	↑	06	65	×	26
20	F3	32	70	Fx^2	55
21	–	86	71	↑	06
22	↑	06	72	F2	22
23	F5	52	73	+	96
24	÷	36	74	$F\sqrt{}$	65
25	P4	41	75	↑	06
30	↑	06	80	F6	62
31	F3	32	81	×	26
32	×	26	82	P2	21
33	P6	61	83	Cx	76
34	PNOP	39	84	F3	32
35	ВП	66	85	↑	06
40	1	14	90	F4	42
41	0	04	91	÷	36
42	0	04	92	С/П	78
43	P0	01	93	БП	58
44	Cx	76	94	P0	01
45	F7	72			
50	↑	06			

Таблица 2

Шаг	Команда	Код
01	F2	22
02	↑	06
03	F8	82
04	X	26
05	↑	06
10	F5	52
11	÷	36
12	P4	41
13	F3	32
14	↑	06
15	F8	82
20	X	26
21	↑	06
22	4	44
23	X	26
24	P3	31
25	Cx	76
30	ВП	66
31	I	14
32	Ø	04
33	Ø	04
34	РØ	01
35	F4	42
40	С/П	78
41	БП	58
42	РØ	01

В. В. Анисимов, Л. С. Соловьев.

МЕТОДИКА И ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРОВ В ШКОЛЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МАШИННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Неотъемлемой частью компьютерного всеобуча является использование ЭВМ как средства обучения. Это направление призвано помочь в решении ряда актуальных задач, которые поставила перед современной школой жизнь. Речь идет о повышении качества учебно-воспитательного процесса, приведении его в соответствие с требованиями научно-технического прогресса, подготовке учащихся к труду в современном автоматизированном производстве. Сегодня, когда за счет микропроцессоров автоматическая обработка информации становится доступной для массового применения, перед школой открываются новые широкие возможности повышения эффективности обучения и воспитания учащихся с помощью компьютерной техники. Иногда это важное

направление отождествляют лишь с программированным обучением — методом, в котором был выявлен в свое время ряд недостатков. На наш взгляд, кроме программированного обучения, имеются другие формы, позволяющие успешно использовать компьютеры в некоторых школьных курсах.

Одна из таких возможностей состоит в том, что учащиеся проводят с помощью ЭВМ так называемые машинные эксперименты. Отметим характерные особенности такого рода компьютерных уроков.

По форме главная часть урока представляет собой диалог учащихся с ЭВМ. В сообщениях, которые выдаются на экран дисплея, могут использоваться все изобразительные возможности компьютера: тексты, графика, таблицы, цвет. С другой стороны, на сообщения учащихся накладываются жесткие ограничения. Их сообщения могут быть, например, только числами. Это позволяет учащимся быстрее наладить контакт с ЭВМ, не требует каких-либо знаний программирования и не вызывает трудностей при работе с клавиатурой дисплея. Учащиеся могут полностью сосредоточиться на содержании учебного материала.

Однако разработка методического обеспечения занятия требует в этом случае от его авторов определенных подходов, учитывающих указанные особенности.

Проанализируем теперь роли, которые отводятся на занятии ЭВМ и учащимся. Отметим сначала, какие функции может взять на себя ЭВМ. Как условно изображено на рисунке 1, таких функций три. Во-первых, они программным способом реализуют модели изучаемого объекта, установки, процесса или ситуации. Модель можно сделать управляемой, т. е. такой, когда учащийся, задавая значения каких-то параметров, может влиять на ее поведение. Во-вторых, с помощью ЭВМ в состав программного обеспе-

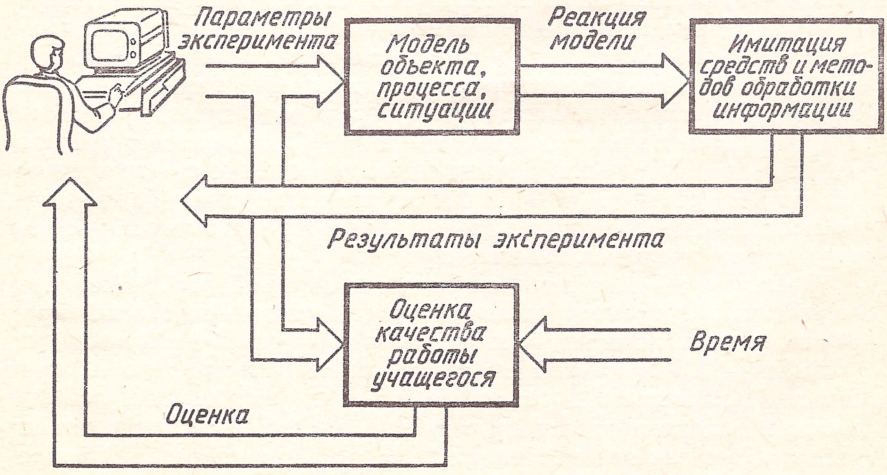


Рис. 1

чения занятия можно в случае необходимости включить часть, которая имитирует средства измерения и выполняет рутинную часть обработки результатов измерений. Третья функция, которую целесообразно поручить компьютеру, состоит в оценке действий учащегося; при этом наибольший обучающий эффект может быть достигнут, на наш взгляд, на таких занятиях, когда ЭВМ не только выставляет результирующую оценку, но и отслеживает его действия шаг за шагом, постоянно снабжая его информацией, позволяющей корректировать параметры последующих экспериментов с моделью.

На учащегося, выполняющего задание, ложатся следующие функции (рис. 1). Он анализирует информацию, которую компьютер выдает на экран дисплея. Учащийся должен, учитывая реакцию модели и оценку своих действий, выбрать условия следующего эксперимента. Если для правильного выбора ему могут потребоваться сведения об одном или нескольких предыдущих шагах, то оказывается целесообразным сохранять на экране дисплея предысторию, т. е. результаты одного или нескольких предыдущих экспериментов вместе с соответствующими параметрами. Для выполнения задания необходимо провести серию экспериментов, достигая определенной цели, сформулированной перед началом работы. Максимальное число экспериментов ограничено в серии известным учащемуся способом. Содержание занятия предполагает возможность достижения цели различными путями за различное число шагов. Учащийся корректирует последующие шаги, стремясь одновременно к более высокой оценке и к решению задачи наиболее рациональным способом. Этим достигается эффект обучения.

Решая вопрос о выборе сюжета занятия, необходимо учитывать возможности математического моделирования. Желательно, чтобы с помощью ЭВМ проводились такие машинные эксперименты, которые невозможно или трудно организовать в обычных школьных кабинетах. Сюда относятся слишком медленные или, наоборот, слишком быстрые процессы; опасные опыты; наблюдения за слишком большими или малыми объектами; неудобные и утомительные эксперименты; опыты, требующие слишком дорогой измерительной аппаратуры; опыты, связанные с разрушением объекта изучения, и т. п. Вряд ли целесообразно дублировать опыты, которые можно и нужно проводить с реальными объектами в условиях школьных кабинетов.

В настоящей статье описано одно из занятий, которое авторы подготовили и провели, включив его в экспериментальный курс «Основы вычислительной техники», поставленный на базе школы № 542 при МИФИ в 1982 г. На занятиях присутствовали 113 учащихся X классов. Оно состояло из двух уроков. Весь первый и почти половина второго урока использовались как подготовительные, а в течение последних 25 мин учащиеся работали в режиме диалога с ЭВМ, выполняя поставленную задачу. В конце

учащиеся ответили на ряд вопросов небольшой анкеты.

Сюжетом занятия было определение коэффициента полезного действия идеального теплового двигателя на основании цикла Карно, физическое содержание которого известно учащимся из курса физики IX класса.

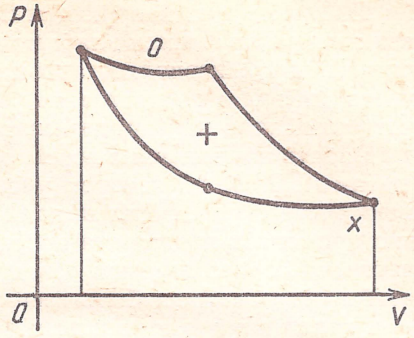


Рис. 2

Выступая в качестве модели цикла Карно для идеального теплового двигателя, ЭВМ реализует программным путем математические описания адиабат и изотерм состояний рабочего тела идеального теплового двигателя. Эта же программа-модель позволяет определить, куда попадает любая заданная на плоскости «давление — объем» точка (рис. 2): находится ли она внутри цикла Карно (+), под ним (X) или в другом месте (0).

Вторая программа вычисляет значение КПД, действуя по методу статистических испытаний. Требуется пояснить трудность нахождения КПД, используя график, изображающий цикл Карно, поскольку необходимо при подсчете работ находить площадь неправильных фигур, ограниченных кривыми. Принцип, положенный в основу вычислений, объясняется учащимся с помощью следующей аналогии. Представим, что лист бумаги с нарисованным на нем циклом Карно выставляется под дождь, а затем проводится подсчет, сколько капель (K) попало в цикл Карно (K_+) и сколько (K_x) под него. Интуитивно ясно, что за счет равномерности падения капель на лист существует пропорциональность между площадью ($П$) и числом упавших на эту площадь капель. Поэтому при определении КПД можно вычислять не отношение площадей $\frac{П_+}{П_x + П_+}$, а отношение чисел упавших на соответствующие площади капель дождя, т. е. КПД $\approx \frac{K_+}{K_x + K_+}$. Та же интуиция подсказывает учащимся, что это приближенное равенство должно выполняться тем точнее, чем больше капель упадет на лист. Это интуитивное предположение подтверждается на занятии построением графика зависимости приближенного значения КПД от общего количества упавших на лист капель. При возрастании общего количества капель приближенное значение КПД стремится к истинному значению, которое и является искомым.

Несмотря на простоту и ясность, на практике данный метод реализовать весьма трудно, а при увеличении числа капель до нескольких тысяч — невозможно. Однако все описанные действия могут быть легко и быстро выполнены на программной модели с помощью ЭВМ.

Программа, имитирующая падение на чертеж капель дождя и выполняющая функции наблюдателя, который ведет подсчет величин K_+ и K_x, позволяет автоматизировать наиболее трудоемкую часть работы и предоставить учащемуся возможность сосредоточить внимание на управлении машинными экспериментами.

Работа начинается с первого пробного эксперимента (его делает сама ЭВМ), на котором учащийся знакомится с содержанием всех частей кадра. Для выполнения второго и всех последующих экспериментов программа просит учащегося ввести число капель, которое, по его мнению, следует добавить к уже имеющимся, чтобы результат мог быть вычислен с лучшей точностью. Используя заданное число в качестве исходного данного, программа выполняет вычисления и выдает на экран дисплея следующий кадр, в котором она указывает новое, уточненное за счет проведенного эксперимента значение КПД, иллюстрирует ход эксперимента, напоминает о параметрах предыдущих экспериментов и предлагает ввести исходное данное для следующего эксперимента.

Третья функция ЭВМ на занятии (контроль действий учащегося) реализуется специальной программой, которая анализирует параметры и результаты каждого эксперимента и на этой основе управляет содержимым специальной строки в кадре, называемой РЕСУРС. Строка РЕСУРС состоит из цифр 3, 4 и 5, являющихся оценками, которые ЭВМ может поставить учащемуся за умение бережно расходовать РЕСУРС. Строка РЕСУРС на экране дисплея показывает соотношение наличного и израсходованного во всех экспериментах (вместе и в отдельности) «запаса вычислительной работы ЭВМ», первоначальный объем которого достаточен для решения поставленной задачи.

При выполнении экспериментов РЕСУРС убывает в зависимости от двух аргументов:

1) от общего числа упавших капель N;

2) от числа проделанных экспериментов M, или, что то же самое, от числа точек на графике КПД (N).

Убывание зависит от обоих аргументов не линейно, а таким образом, что по достижении аргументами (N или M) своего критического значения убывание РЕСУРСа существенно убыстряется. Такой вид зависимости подсказывает учащемуся правильный выбор стратегии при задании дополнительного количества капель и помогает верно оценить ход работы.

Выбранная форма функциональной зависимости убывания РЕСУРСа от числа испытаний «срабатывает» так, что на начальных шагах вычислений, когда РЕСУРС еще практически не израсходован, его убывание мало, и этим программа призывает учащегося к более смелым действиям, т. е. к вводу больших добавок к числу упавших капель. Это и требуется, так как, по существу, метод вычислений начинает работать верно при достаточно большом числе испытаний N. Далее при достижении достаточного значения N, когда требуемая точность уже обеспечивается, расход

РЕСУРСа существенно увеличивается, а остаток «пятерок» и «четверок», из которых составлена строка РЕСУРСа, стремительно укорачивается.

Аналогичная форма зависимости убывания РЕСУРСа от числа шагов (экспериментов) M не позволяет учащемуся обращаться к ЭВМ за уточнением КПД произвольное число раз, за каждый шаг, начиная с некоторого, «наказывает» его усилением расхода РЕСУРСа (даже если общее число испытаний N мало). Такой рост расхода РЕСУРСа повышает риск исчезновения в строке на экране всех «пятерок» и «четверок», что принуждает учащегося рассмотреть возможность завершения вычислений. Зависимость расхода РЕСУРСа от числа шагов M склоняет учащихся к необходимости планировать каждое обращение к ЭВМ и стараться выполнить задание за возможно более короткий срок.

Необходимость для учащегося, помимо чисто вычислительной задачи, решать еще и тактическую заставляет его взглянуть на процесс вычислений с новой точки зрения, увидеть его «глазами» ЭВМ. Без этой второй задачи всю работу учащегося можно было бы свести к бездумному вводу в программу достаточно большого числа и получению готового результата.

В том случае, когда РЕСУРС оказывается израсходованным полностью, программа прерывает вычисления и переходит к заключительному диалогу.

Если учащийся правильно строит ход вычислений и не допускает перерасхода РЕСУРСа, он верно устанавливает момент, когда достигается требуемая точность результата, и прекращает вычисления. Для этого на вопрос программы о дополнительном количестве капель дождя он отвечает вводом нуля, что означает отказ от следующего эксперимента и завершение вычислений. В свою очередь, программа просит ввести значение КПД, полученное школьником в результате работы. Это число программа сравнивает с известным ей правильным ответом и оценивает работу учащегося на основании полученной точности.

Общая оценка за выполнение работы вычисляется программой как минимальное значение из оценок за точность и за расходование РЕСУРСа.

Описанный машинный эксперимент может быть представлен в виде структурной схемы (сценария) (рис. 3).

При выполнении задания многое для учащихся было новым, необычным. Это касалось не только формы компьютерного урока, сюжета задания, выходящего за рамки методов решения задач, даваемых на уроках по другим предметам; это касалось и общения с новой техникой, с которой ребята встретились впервые. От них требовалась собранность, практическое владение начальными навыками работы с ЭВМ. Оценивая в анкете время, выделенное для выполнения практической части занятия, 52% учащихся указали, что его вполне достаточно; 40% считали, что с заданием можно справиться и быстрее; 8% учащихся времени не хватило.

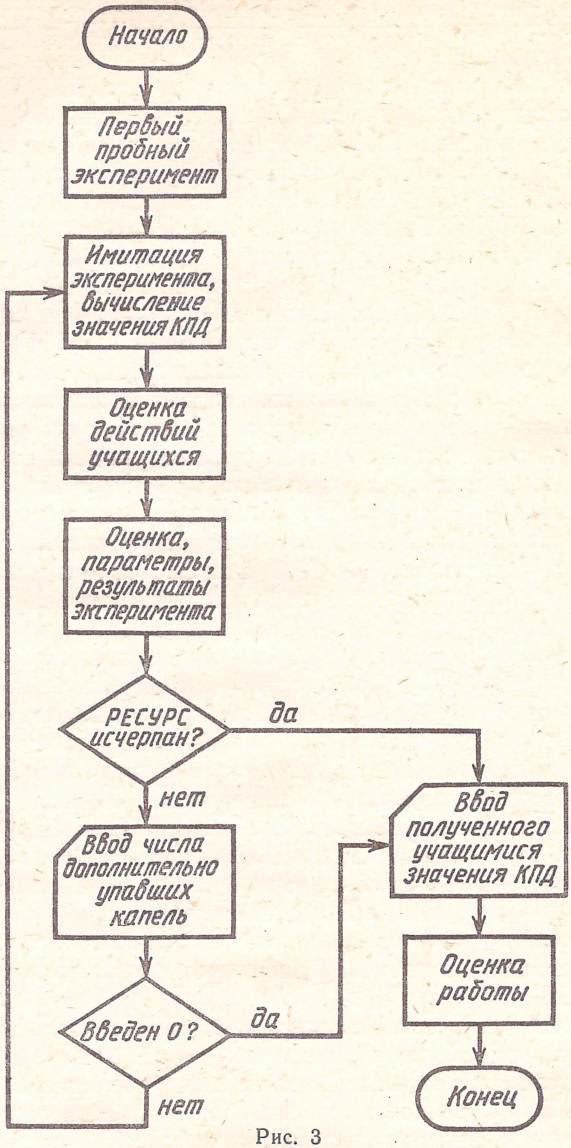


Рис. 3

Сравнение проведенного компьютерного занятия в дисплейном классе с обычным в лабораториях (кабинетах) школы показало, что 45% ребят справляются одинаково хорошо с восприятием нового материала как в дисплейном, так и в обычном классе, 39% учащихся в дисплейном классе было бы легче работать, чем на других занятиях, а 16% — труднее.

Высокая непрерывная концентрация внимания, сосредоточен-

ность и ответственность учащихся за каждое свое действие при работе с ЭВМ, необходимость работы с клавиатурой дисплея и внимательное изучение информации, выдаваемой на экран, полностью индивидуальная работа каждого во время выполнения практической части задания, непривычность обстановки могли утомлять учащихся. С другой стороны, живой интерес к заданию и общению с ЭВМ способствовал мобилизации способностей каждого. Поэтому 87% учащихся выразили желание сразу после окончания работы выполнить еще какое-нибудь задание дополнительно в дисплейном классе, а 13% пожаловались на усталость.

Представляло также интерес выяснить, достаточно ли было подготовительных упражнений с дисплеями, насколько хорошо учащиеся сумели освоить технику общения с ЭВМ, не заслонили ли поиски нужных клавиш, контроль вводимых сообщений, чтение с экрана дисплея — существа выполняемой задачи. Анкета показала, что работать с ЭВМ, общаться с ней с помощью клавиатуры и экрана дисплея для 11% учащихся оказалось труднее, чем выполнять задание, а 89% ребят основные усилия сосредоточили на содержательной стороне компьютерного урока. Это соотношение позволяет сделать вывод о том, что технике общения учащихся с ЭВМ необходимо уделять больше внимания.

В заключение хотелось бы отметить некоторые особенности создания методического и программного обеспечения компьютерного занятия. Важное значение имеет руководство по созданию занятия от сценария до программного обеспечения. Наиболее целесообразно руководство специалистом, хорошо владеющим как программированием, так и методикой предмета. При совместной работе двух специалистов оказалось, что необходимо обязательное проведение периодических совещаний для обсуждения проектируемого сценария и программного обеспечения и для испытания отлаживаемых программ, что позволяет предотвратить переделки или свести их к минимуму. Трудовые затраты на создание описанного занятия составили около двух человеко-месяцев.

Проектирование программного обеспечения проводилось методом «сверху вниз», что позволило вести работу одновременно несколькими программистами и существенно облегчить отладку и сопровождение программ. Выполнение всех работ носило циклический характер, что отражает участие в ней, с одной стороны, программистов, а с другой — преподавателей, владеющих методикой своего предмета. По мере исполнения программ проводилось коллективное выполнение и рецензирование готовых частей занятия учителями и методистами. Замеченные недостатки и рекомендации учитывались затем при дальней отладке программ и корректировке содержимого информационных кадров на следующих этапах работы. Такая работа коллектива программистов переменного состава, куда входили инженеры, студенты и учащиеся школы, позволила написать и отладить все 11 программных модулей общим объемом около 400 операторов.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ ПО ОСНОВАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Т. П. Кравчук

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ДИСПЛЕЙНОГО КЛАССА В УПК

В учебно-производственном комбинате № 1 РОНО Октябрьского района Москвы два года назад был создан дисплейный класс, оборудованный ЭВМ СМ-4 и дисплеями ИЭ00013. К настоящему времени накоплен первоначальный опыт, который, возможно, пригодится тем, кто будет организовывать подобные классы и работать в них со школьниками.

Мы исходили из того, что эффективной подготовка может быть только при условии, что каждый ученик работает самостоятельно с терминалом ЭВМ. По этому принципу и было скомплектовано оборудование дисплейного класса. Всего в классе оборудовано 12 рабочих мест. Для обеспечения их работы на ЭВМ имеется оперативная память объемом 128 килобайт, два накопителя на магнитных дисках, два накопителя на магнитной ленте. Для работы с большим числом терминалов емкость оперативной памяти необходимо увеличить.

Оборудованы полки для хранения носителей информации — магнитных дисков, бобин с магнитными лентами. По всем носителям ведется картотека каталогов.

Прежде всего, следует отметить, что, несмотря на большие капитальные затраты, требуемые на оснащение такого класса, они окупаются возрастанием активности учащихся, эффективности учебы и качества получаемых знаний.

В дисплейном классе ученик общается непосредственно с ЭВМ и практически не замечает, что она одновременно обслуживает остальные терминалы. Такой режим, когда школьник получает немедленную реакцию на каждое воздействие, каждое нажатие клавиши, психологически очень хорошо сочетается с одним из свойств учащегося: отсутствием достаточного запаса терпения и способностью активно работать только тогда, когда достаточно быстро виден результат трудовых усилий.

Получение при программировании реального результата, отпечатанного на выводном устройстве, каждый раз подкрепляет стремление учащихся к дальнейшей деятельности. Ученик осознает, что правильно выбрал и успешно прошел весь путь решения

поставленной задачи, чувствует себя подлинным творцом. Это заставляет его стремиться решать новые, более сложные задачи, увлекает все дальше и дальше в глубь профессии.

Поскольку в своей работе учащийся пользуется также программами, подготовленными для его работы другими лицами (например, операционной системой), он начинает ценить этот труд, осознавать свою принадлежность к кругу профессий, связанных с использованием ЭВМ, что еще больше привлекает его к осваиваемому трудовому профилю.

Наконец, сознание, что он освоил общение с машиной и она может работать под его управлением, порождает у ученика радость самоутверждения.

Все эти важные психологические факторы представляют собой мощные рычаги воздействия на формирование и становление личности, на приобщение к профессии.

Следует остановиться на некоторых аспектах организации работы дисплейного класса.

Помимо обеспечения занятий по учебной программе, в дисплейном классе проводятся еще три вида работ: занятия с теми, кто не смог работать в учебное время (например, в связи с болезнью), факультативные, кружковые и инициативные работы учеников, а также городские олимпиады по программированию. Плановые, по учебной программе занятия делятся в учебный день на теоретические занятия в обычном классе (2 ч) и занятия в дисплейном классе (2 ч). Садясь за дисплей, каждый ученик обладает соответствующей подготовкой и имеет составленную программу для работы на ЭВМ. Таким образом, виды работ учеников в дисплейном классе строятся по такому принципу: на дисплей выходят только те, кто готов к работе и имеет программу, предварительно согласованную с руководителем. Благодаря этому достигается более продуктивное использование дорогостоящего оборудования.

О работе в неурочное время ребята договариваются заранее с персоналом, обслуживающим машину, и поэтому каждому ученику гарантировано к его приходу в дисплейный класс рабочее место за терминалом. Практически во время учебного года класс загружен ежедневно, исключая выходные дни и часы профилактических работ.

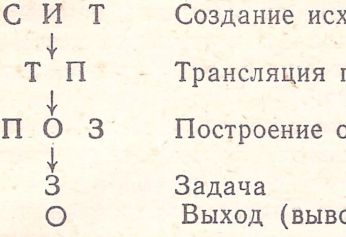
Дисплейный класс имеет постоянный штат из трех человек, который состоит из одного инженера-программиста и двух операторов, за счет чего организована двухсменная работа.

В подготовке школьников к работе на машине можно вычленить несколько этапов.

Первым этапом, который начинается вне дисплейного класса, является первоначальное ознакомление учеников с операционной системой, действующей в машине (ОС РВ), знакомство с основными программами ОС РВ: регистрация в системе, команды MCR, наиболее часто применяемые команды редактирования,

программы работы с файлом — программы PIP. На это отводится до 3 занятий.

Начинает этот этап учитель с пояснения прохождения программы в системе. Используется следующая графическая схема:



Далее школьников знакомят с редакторами, имеющимися в системе, указывают, почему на данном этапе нужно освоить один из редакторов — текстовой и экранный. Для изучения выбран редактор EDI — текстовой. После этого переходят к объяснению того, как ввести текст, как исправить текст в строке, как удалить строку или вставить одну или несколько строк, как записать отредактированный файл на диск и как с диска вызвать файл для проверки последнего.

После ознакомления с режимами и возможностями редактора ученики пишут простейшую программу, программу сложения двух чисел, скажем, такую:

```
X = 5
Y = 7
Z = X + Y
TYPE*; X, Y, Z
STOP
END
```

В конце этого этапа ученики должны уметь ответить следующее:

Что такое ОС и зачем они нужны?

Рассказать о системе ОС РВ, ее основных возможностях.

Рассказать о внешних устройствах, с которыми работает система (ленты, диски, перфоленты, графопостроители), назвать их физические и логические имена.

Второй этап посвящен изучению функциональной клавиатуры, приемам входа и выхода из системы. Эти занятия завершаются написанием на бумаге учениками двух-трех простейших программ.

С программой, подготовленной во время первого этапа, учащихся выводят в дисплейный класс. Первый час этого выхода посвящен изучению клавиатуры, в основном назначению и действию функциональных клавиш, в частности тех, которые прекращают или возобновляют выдачу информации на терминал, осу-

ществляют за собой строки, переход на предыдущую строчку и т. п. Кроме того, поясняется и изучается практически регистрация пользователя в системе.

Второй час занятий учащиеся, пользуясь редактором, создают программу.

В результате объяснений преподавателя и действий учащихся, работающих за дисплеями, для каждого из них на магнитном диске в каталоге создан файл. Перед ребятами ставится задача: в соответствии с рассказанной им схемой действий произвести трансляцию с помощью вызова транслятора с Фортрана. Группе объясняют, какой файл должен быть на входе транслятора и какой файл выдаст транслятор после выполнения своей работы.

Далее следует объяснение, как распечатать листинг трансляции с таблицами распределения памяти или без них. При этом показывается, что полученный в результате трансляции файл еще не готов к исполнению и требуется произвести построение задачи (следующая работа по схеме). Объясняется, как осуществить вызов построителя и осуществить построение образа задачи.

Вместе с ребятами изучаются возможности и техника переназначения устройств вывода: замена терминала на АЦПУ или обратная замена. Поясняется процесс загрузки программы и ее исполнение.

В результате исполнения программы возможно выявление алгоритмических ошибок. Требуется (в том числе и совместно с преподавателем) провести анализ ошибок, хотя в первый раз учащимся предлагается попытаться сделать это самостоятельно.

После выявления ошибок исходный файл корректируется с помощью редактора, транслируется, строится и исполняется. Если при этом возникают новые ошибки или оказываются нескорректированными старые, вновь проводится исследование ошибок, и так до тех пор, пока не будет полунен верный ответ. В общем, на этот этап отводится примерно два занятия. Задачи для программирования ставятся самые элементарные: расчет и печать суммы двух чисел, отыскание корней квадратного уравнения.

На третьем этапе, который проводится в дисплейном классе, школьники, работая за терминалами, отлаживают написанные ими программы. При этом они практически осваивают клавиатуру терминала, убеждаются в правильности написанных ими программ, на примере простейших задач приобщаются к начальным навыкам пользования возможностями, которые предоставляет ОС РВ. Проверяется способность учащихся распечатать отлаженную программу в процессе трансляции и в режиме РТР, выясняется, сколько версий программ разных типов он создал, умеет ли уничтожить в памяти ненужные ему версии, свой файл, записанный на магнитном диске. На ближайшем теоретическом занятии преподаватель анализирует совместно со своими учениками весь процесс создания программы, разбирает типичные ошибки. Под-

робно рассматривается, что делала программа на каждом этапе ее выполнения, как использовала операционную систему.

После освоения материала этих трех этапов уже имеется возможность вести дальнейшее обучение. Оно направлено на расширение первоначальных знаний и навыков, при котором учащиеся осваивают пользование большим числом операторов Фортрана и ОС РВ, разрабатывают более сложные программы, изучают дополнительные возможности, которые в состоянии предоставить операционная система. В ходе этой работы преподаватель подчеркивает, что аналогичные возможности редактирования и работы с файлами имеются и в других операционных системах и что путь прохождения программ в ОС РВ не является уникальным.

При этом в течение всего последующего курса жестко соблюдается принцип, по которому на машину выходят люди, подготовившие написанную и проверенную преподавателем программу, чтобы зря не занимать машинное время.

Во время работы учеников за терминалами преподаватель все время контролирует их действия с тем расчетом, чтобы действия последних были осознаны и соответствовали поставленной задаче. Учащийся должен знать, на каком этапе работы он в данный момент находится (имеет место режим редактирования, трансляции или построения задачи), с какой версией своей программы он работает (учащийся должен с помощью программы PIP вывести на экран дисплея версии своей программы в каталоге), как осуществить распечатку файла (программ), как произвести очистку памяти от ненужных файлов.

Таким образом, работая с учеником в дисплейном классе, преподаватель имеет возможность убедиться в том, достаточно ли ясно ученик понимает суть своего общения с машиной.

Практика показала, что такая методика обеспечивает достаточно продуктивное освоение необходимых знаний. Нужно отметить, что интенсивному освоению знаний немало способствует взаимное обучение учеников и поэтому не мешает им советоваться и консультироваться друг с другом. Это формирует в группе доброжелательную атмосферу и способствует одновременно здоровому соревнованию, стимулирующему прочное закрепление знаний.

По мере освоения группой основ и техники программирования, пополнения активного словаря операторов ребятам предлагают на программирование все более сложные задачи. Поощряется и составление программ инициативных задач, в частности различных игр, которыми дети занимаются особенно азартно. В прошлом году в этом плане школьниками были сделаны программы-игры «Посадка на Венеру», «Как проехать на метро в определенном направлении».

Важно, что при написании более сложных программ возникает необходимость работы с битами внутри ячейки, что способствует

ознакомлению школьников с особенностями Фортрана в системе ОС РВ.

Нашими преподавателями разработаны наглядные пособия для дисплейного класса. Имеется ряд плакатов, помогающих зарегистрироваться в системе, произвести редактирование и выполнить другие операции, часто встречающиеся в работе. Разработан справочник для учащихся по работе с различными языками в операционных системах ОС РВ и Юнекс. Имеется таблица работы со служебными клавишами дисплея.

В этом году нам удалось организовать работу класса персональных машин. Первый опыт их использования указывает на необходимость локальной сети, что было заметно и в классе, работавшем на СМ-4. На первоначальном этапе работы учителю необходимо бывает за короткий промежуток времени проконтролировать работу всех учащихся. Наличие устройств внешней памяти только у учителя позволяет повысить надежность работы и снизить стоимость оборудования.

Имеющийся язык программирования Бейсик сам по себе прост для школьников и позволяет им уже через 3 месяца самостоятельно писать учебные программы. Это колоссальный резерв, на который необходимо опираться при решении задач школьной реформы.

Н. С. Левина

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НА БАЗЕ УПК

В данной статье приводятся содержание и методика изложения курса основ программирования, который преподается учащимся IX и X классов, специализирующимся на вычислительной технике, в процессе их профессиональной подготовки.

Чтобы решить какую-либо задачу на ЭВМ, необходимо сначала определить, как вообще можно решить задачу, т. е. разработать алгоритм ее решения. Затем нужно представить алгоритм в таком виде, чтобы ЭВМ могла его выполнить. Для этого производят следующее: во-первых, разбивают алгоритм на элементарные действия, которые умеет выполнять конкретная ЭВМ, и, во-вторых, записывают эти действия на языке, понятном ЭВМ. Запись алгоритма на языке определенной ЭВМ называется программой для этой ЭВМ. Существуют основные приемы и общие методы разработки программ, которые позволяют сводить составление алгоритма решения задачи к совокупности некоторых типовых фрагментов.

Составление программы для ЭВМ — творческий процесс, подобный конструированию механизма с заданными свойствами из заданного набора деталей.

В качестве средства описания алгоритмов в статье рассматривается язык программирования Бейсик. Приводятся примеры составления программы на языке Бейсик.

Разбор основных структур алгоритмов производится с помощью наглядного и лаконичного блок-схемного способа описания алгоритмов. Совокупность написанных для ЭВМ программ, т. е. совокупность заложенных в нее знаний,— истинное богатство современных ЭВМ. Поэтому особое место в статье отводится описанию программного обеспечения ЭВМ. Для того чтобы грамотно использовать современную ЭВМ, программист должен хорошо знать структуру программного обеспечения и возможности, которые оно предоставляет для разработки программ.

Основная цель. Формирование у учащихся знаний об основных правилах и методах решения задач на ЭВМ и умения применить полученные знания для решения конкретных задач.

Алгоритмы и принципы их составления

Основная цель. Дать учащимся понятие об алгоритмах и их свойствах и способах их записи. Познакомить с различными формами размещения используемых в задаче величин в памяти ЭВМ. Дать представление об основных структурах алгоритмов и записи их с помощью графического способа. Научить пользоваться этим способом при составлении алгоритмов вычислительных и невычислительных процессов.

Разработка любой программы решения задачи на ЭВМ начинается с разработки способа решения поставленной задачи. А так как задача может быть из любой области: математики, экономики, управления и т. д., то в таком контексте решение задачи — это составление подробной инструкции (руководства), направленной на достижение поставленной цели.

Инструкции (руководства) позволяют достигнуть указанной цели благодаря тому, что в них в нужной последовательности перечислены все детальные операции, выполнение которых необходимо для достижения этой цели.

В качестве примера можно привести кулинарные рецепты, рецепты, по которым приготавливаются лекарства в аптеках, правила пользования телефоном-автоматом, инструкции по эксплуатации электробытовых приборов. При этом указания типа: «Запрещается пользоваться лифтом детям до 7 лет без сопровождения взрослых» или «Не рекомендуется вторично замораживать размороженные продукты» — не являются операциями этой последовательности, т. е. не приводят к поставленной цели.

В эту схему укладываются и все без исключения правила вычислений. Назначение правил — дать возможность что-то вычислить. Правила вычислений должны быть составлены достаточно ясно и продуманы до деталей со всеми возможными вариантами действий.

Каждый, кто понимает отдельные указания таких правил и обладает достаточным терпением, в состоянии решить подобную задачу. При этом предполагается, что правила состоят из конечного числа элементарных указаний.

Отсюда вытекает понятие алгоритма, являющееся одним из основных понятий математики, изучаемое специальным разделом — теорией алгоритмов.

Это понятие возникло задолго до появления вычислительных машин, и на протяжении многих веков люди пользовались понятием алгоритма при решении задач вычислительного характера.

Само слово «алгоритм» происходит от латинского слова, которое является латинским изображением арабского имени хорезмского математика IX в. аль-Хорезми. В Европе долгое время это слово отождествлялось с описанием аль-Хорезми в трактате «Об индийском счете» десятичной системы счисления и искусства счета с ее помощью.

С современной точки зрения, алгоритм — это строгая и четкая (конечная) система правил, которая определяет последовательность действий над некоторыми объектами и после конечного числа шагов приводит к достижению поставленной цели. Фраза «Здесь приведен алгоритм решения такой-то задачи» означает: «Здесь указано, какие действия и в какой последовательности надлежит выполнить для решения этой задачи».

Следует заметить, что система правил является алгоритмом, если ее можно вручить в качестве инструкций различным людям, не знакомым с сутью дела, и они, следуя этой системе правил, будут действовать одинаково, т. е. алгоритм — это руководство к действию для решения задачи.

В качестве примера такого руководства можно привести алгоритм Евклида. Он служит для отыскания наибольшего общего делителя двух чисел A и B. Это руководство состоит из пяти указаний.

Первое. Обозревай оба числа: A и B. Переходи к следующему указанию руководства.

Второе. Сравни обозреваемые числа (A равно B, или A меньше B, или A больше B). Переходи к следующему указанию.

Третье. Если обозреваемые числа равны, то прекрати вычисления, так как каждое из них дает искомый результат. Если числа не равны, переходи к следующему указанию.

Четвертое. Если первое число меньше второго, переставь их местами. Переходи к следующему указанию.

Пятое. Вычитай второе число из первого. Обозревай два числа: вычитаемое и остаток. Переходи к указанию второму.

Вместо букв A и B можно поставить любые числа.

Или, например, простейший алгоритм подсчета людей в зрительном зале: пройди по рядам, начиная с первого, переходи к следующему ряду, когда закончатся все кресла в данном ряду,

и для каждого присутствующего человека прибавляй единицу к общему счетчику, в котором сначала был 0.

Объекты этого алгоритма — люди в зале и числа. Над людьми выполняется действие «найди следующего». Над числами — «прибавь единицу».

В вычислительных алгоритмах объектами алгоритма являются числа. В алгоритме шахматной игры объекты — это фигуры и позиции, и нужно выбирать очередной ход.

При алгоритмизации (т. е. составлении алгоритма) производственных процессов объектами служат показания приборов и управляющие клавиши, и необходимо найти такое сочетание управляющих сигналов, при котором процесс пошел бы наилучшим образом.

Характерными чертами алгоритма являются: массовость: для некоторого алгоритма существует некоторое множество данных, допустимых в качестве исходных; результативность: алгоритм должен давать результат через некоторое конечное число действий — шагов алгоритма; детерминированность (определенность): однозначность результата процесса решения при заданных исходных данных; дискретность определяемого алгоритмом процесса: расчлененность его на отдельные элементарные действия, возможность выполнения которых любым исполнителем (машиной или человеком) не вызывает сомнения. Но то, что элементарно для одного исполнителя, может оказаться неэлементарным для другого. Поэтому всякий алгоритм, в какой бы форме он ни был задан, всегда подразумевает некоторый определенный круг возможностей для исполнителя.

Если выполнение алгоритма не требует от исполнителя проявления таких качеств, как находчивость, воображение, понимание смысла задачи и т. п., и обязывает лишь обладать умением выполнять каждое из содержащихся в нем элементарных действий, то эту работу можно поручить автомату, в данном случае ЭВМ, приняв предварительные соглашения о том, какие элементарные действия может выполнить эта ЭВМ.

Исходя из определения алгоритма как инструкции по выполнению некоторого процесса, можно выделить несколько форм записи этой инструкции.

Во-первых, алгоритм решения некоторой вычислительной задачи можно представить в формульной записи. Это означает, что любая математическая формула, например $y = (2x - 3)(3x + 4)$, будет являться алгоритмом, если принять некоторые дополнительные соглашения о порядке выполнения действий.

Во-вторых, возможна и часто бывает очень удобна так называемая словесная форма записи алгоритма. Эта форма может быть выражена или таблицей (см. табл. 1), или определенной пронумерованной последовательностью действий, записанной на естественном языке.

Таблица 1

Шаг алгоритма	Описание действия
1	Умножить 2 на x и обозначить A
2	Вычесть из A 3 и обозначить B
3	Умножить 3 на x и обозначить C
4	Сложить C и 4 и обозначить D
5	Умножить B на D и обозначить y

Этот способ имеет свои достоинства. Прежде всего, явным образом указывается порядок выполнения действий. Кроме того, эта форма обладает универсальностью, так как далеко не всегда и не все действия можно выразить так полно с помощью других способов записи алгоритмов. Благодаря этому появляется возможность избежать многих ошибок уже в самом начале разработки алгоритма. Рекомендуется составление любого алгоритма начинать именно со словесной формы.

В-третьих, алгоритм решения вычислительной задачи можно представить в виде таблицы, например, следующего вида (табл. 2):

Таблица 2

x	$A=2\cdot x$	$B=A-3$	$C=3\cdot x$	$D=C+4$	$y=B\cdot D$
1.0	2.0	−1	3	7	−7
1.1	2.2	−0,8	3.3	7.3	−5,64
1.2	2.4	−0,6	3.6	7.6	−4,56
1.3	2.6	−0,4	3.9	7.9	−3,16
1.4	2.8	−0,2	4.2	8.2	−1,64

Такая форма записи алгоритма называется табличной. Наиболее часто табличная форма используется для представления алгоритмов, которые применяются для массовых ручных вычислений или вычислений с помощью микрокалькуляторов, когда счет по одной и той же формуле нужно произвести для многих значений исходных данных.

В-четвертых, алгоритм решения любой задачи может быть представлен в условном графическом виде, в виде так называемых схем.

С х е м о й называется такое графическое изображение алгоритма, в котором каждое элементарное действие представляется в виде специального графического знака. Последовательность выполнения действий отображается линиями и стрелками, соединяющими эти знаки.

Этот способ удобен тем, что предварительных соглашений о способе задания немного и они в достаточной мере просты и понятны.

Графический способ записи дает возможность зрительно представить структуру алгоритма решаемой задачи, позволяет разрабатывать алгоритмы сложных задач последовательно, начиная с общей поставленной цели, и далее, разбивая алгоритм на части, вести работу с каждой частью в отдельности, доводя таким образом разработку алгоритма до стадии простой записи полученного плана решения на языке программирования.

В-пятых, алгоритм решения задачи можно записать на алгоритмическом языке, близком к естественному языку и в то же время настолько формализованному, что добавление к этой записи операций, связанных с вводом исходных данных в конкретную ЭВМ и выводом результатов в требуемом виде, даст программу, готовую к решению на ЭВМ. Как правило, в качестве алгоритмических языков используются языки программирования, в которых отсутствуют операции, ориентирующие данный язык на конструкцию ЭВМ. Алгоритмический язык используется успешно как язык обмена алгоритмами между людьми. Но рекомендовать его школьникам в качестве средства описания алгоритма кажется нам нецелесообразным из-за отсутствия наглядности и трудности его применения в разработке алгоритмов сложных задач.

Все перечисленные способы дают возможность построить алгоритм решения задачи как план будущей программы для ЭВМ. Только алгоритм, записанный на языке программирования, может являться программой.

Преимущества графического способа записи алгоритмов повлияли на выбор его в качестве основного при изложении школьникам принципов построения алгоритмов.

При составлении алгоритмов в виде схем следует обращать внимание учащихся на точное, аккуратное следование принятым правилам изображения отдельных блоков и связей между ними.

Составим алгоритм решения для формулы $y = (2x - 3)\cdot(3x + 4)$ в виде схемы.

Начинается составление любого алгоритма с выяснения, что необходимо вычислить (рис. 1).

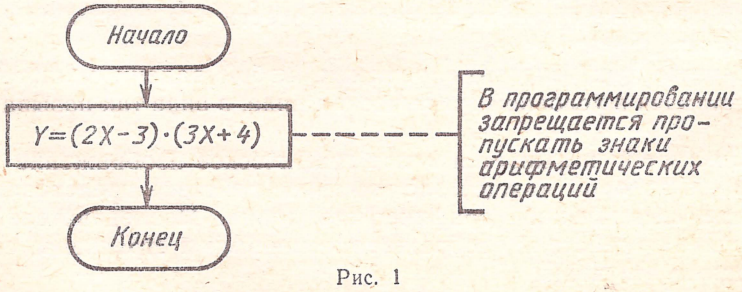


Рис. 1

Знак — — — — [обозначает пояснение в схеме — комментарий. Комментарий к различным блокам алгоритма помещают справа от схемы. Необходимо требовать от учащихся включать комментарии в запись схемы для расчленения алгоритма задачи или отдельных его фрагментов.

Далее нужно записать последовательность выполнения арифметических действий; схема примет вид (рис. 2):

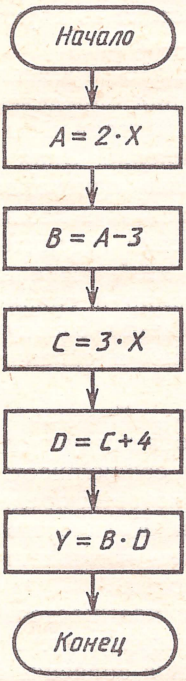


Рис. 2

Размещение величин в памяти ЭВМ

Исходные данные, промежуточные и окончательные результаты, прежде чем они будут использоваться в программе решения задачи, должны быть размещены в памяти ЭВМ.

Размещение различных величин в памяти и их выбор называются *операцией обращения к памяти.* Для выполнения обращения к нужному элементу памяти необходимо знать его порядковый номер, или, как его часто называют, имя или адрес. Содержимое элемента памяти, которое представляет в общем случае последовательность цифр или букв, есть его значение. Значения, соответствующие каждому имени в алгоритме, могут применяться или оставаться постоянными в процессе выполнения алгоритма. В первом случае имя обозначает переменные величины, во втором — постоянные или константы. Значением могут быть числа, алфавитно-цифровые наборы знаков. Числовые величины

имеют значение целых, действительных (вещественных) чисел. Величины, значениями которых являются слова или текст, называются текстовыми или литерными.

В качестве имен при составлении алгоритмов принято использовать произвольные буквы, сочетания из букв и цифр, слова, обычно поясняющие смысл и назначение величин в алгоритме.

Для того чтобы поставить в соответствие имени величины определенное его значение, используют понятие «присваивание». Действие присваивания состоит из двух частей, соединенных знаком «$:=$», например $A := 2 \cdot x$.

Такая запись означает, что переменной с именем A присваивается значение произведения определенного значения величины с именем x и константы 2. В правой части того действия может стоять и нечисловое выражение. Знак «$:=$» указывает исполнителю произвести действие присваивания; другими словами, произвести размещение величин в памяти.

Обрабатываемые значения характеризуются определенным способом организации. С этой точки зрения можно различить *простую переменную* — скаляр и совокупность значений — *массив*. Под массивом понимается совокупность значений, принимаемых некоторой величиной и организованных по одному или нескольким признакам.

Различают одно-, двух-, N-мерные совокупности значений.

Простой переменной соответствует один элемент памяти.

Массиву соответствует совокупность последовательных элементов памяти, каждый из которых предназначен для размещения одной компоненты массива. Количество необходимых элементов памяти определяется числом компонент массива. Эта величина носит название *длины массива.*

Одномерным массивом называется совокупность значений, организованных по одному признаку. Одномерным массивом величины x может быть таблица значений этой величины. Каждому значению (элементу) массива x соответствует порядковый номер i, который показывает местоположение каждого элемента относительно начала массива. Тогда каждый элемент этого массива можно обозначить как x_i.

Например, в таблице 3 изображен одномерный массив значений аргумента x, при которых должны быть вычислены различные значения y по формуле

$$y_i = (2x_i - 3) \cdot (3x_i + 4).$$

Таблица 3

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3

Длина этого массива — 13 элементов.

Двумерным массивом называется совокупность значений, организованных по двум признакам. Примером двумерного массива может служить обычный журнал успеваемости учащихся.

Для этого массива i — порядковый номер элемента по горизонтали, т. е. дни проведения занятий, а j — порядковый номер элемента по вертикали, т. е. фамилии учащихся данного класса. Тогда двумерный массив с именем, например, B — это массив отметок класса. Каждое значение, которое принимает величина B, определяется как B_{ij} — отметка конкретного учащегося в определенный день занятий.

Работа с массивами сводится к работе с его элементами. Для того чтобы указать, какой элемент массива в данный момент используется, достаточно указать его порядковый номер в виде индекса (индексов) к имени элемента массива.

В массив, как правило, объединяются значения одного и того же типа, например массивы целых чисел, алфавитно-цифровых символов, т. е. текстов.

Все многообразие алгоритмических структур решаемых задач можно свести к трем основным управляющим структурам. Доказано, что, используя три эти структуры, можно построить алгоритм решения любой задачи.

Различают следующие основные управляющие структуры:

следование (или цепочка);

разветвление;

повторение (или цикл).

Структура *следование* указывает, что управление передается от одного блока, обозначающего выполнение действия, к другому (следующему). Понятно, что действие должно быть закончено прежде, чем будет выполнено другое.

Алгоритмы или часть их, состоящие из одних структур *следование*, называются линейными.

Рассматривая примеры записи линейных алгоритмов, следует обратить внимание учащихся, что число линейных алгоритмов в чистом виде невелико. Чаще всего структура *следование* используется для составления алгоритмов в совокупности с другими управляющими структурами.

Пример составления линейного алгоритма

Составить и записать в виде схемы алгоритм вычисления времени t встречи автомобилей, движущихся равноускоренно навстречу друг другу, если известны их скорости v_1, v_2, ускорения a_1, a_2 и начальное расстояние между ними s.

Решение задачи следует начинать с определения расстояния, пройденного первым и вторым автомобилями:

$$s_1 = v_1 t + a_1 \frac{t^2}{2}; \quad s_2 = v_2 t + \frac{a_2 t^2}{2};$$

$$v_1 t + \frac{a_1 t^2}{2} = s - \left(v_2 t + \frac{a_2 t^2}{2}\right).$$

Для составления алгоритма формулу следует представить в виде

$$t = \frac{-(v_1 + v_2) + \sqrt{(v_1 + v_2)^2 + (a_1 + a_2) \cdot 2 \cdot s}}{a_1 + a_2}.$$

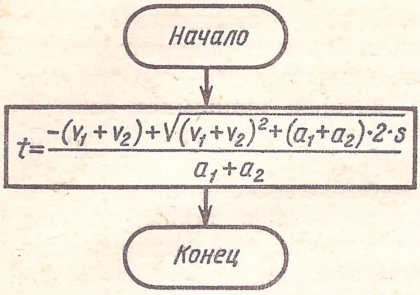


Рис. 3

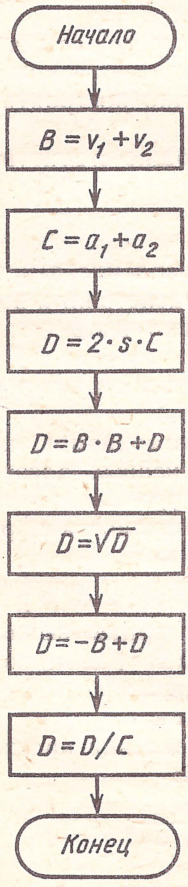


Рис. 4

Определив формулу, по которой будет рассчитываться искомое время, можно составить план решения задачи в общем виде (рис. 3).

Руководствуясь этим планом, все же нельзя вычислить t, так как не определена последовательность действий при вычислении предложенной формулы. Поэтому напишем более детальный план (рис. 4), нумеруя отдельные блоки операций и вводя промежуточные обозначения.

Действие 1-го блока означает, что элементу памяти с именем B присваивается значение $v_1 + v_2$. Во 2-м блоке элементу с именем C присваивается значение $a_1 + a_2$. В блоке 3 вычисляется значение $2 \cdot s \cdot C$, которое записывается в элемент памяти с именем D с помощью операции присваивания. В блоке 4 значение величины D изменяется на величину, равную $(v_1 + v_2)^2$. В блоке 5 вычисляется значение квадратного корня из величины, которая была получена на предыдущем шаге алгоритма. Для вычисления квадратного корня существует специальная программа, которая входит в состав программного обеспечения ЭВМ и хранится в запоминающем устройстве.

Для того чтобы воспользоваться ею, необходимо осуществить специальную операцию «обращение к подпрограмме». На схеме это действие обозначается с помощью «прямоуголь-

ника с двумя чертами». Описанная операция заключается в передаче значения подкоренного выражения в качестве исходной величины и в последующей передаче управления выполнением вычислений подпрограмме получения квадратного корня.

Результат после выполнения подпрограммы окажется записанным в элемент памяти с именем D, и управление возвращается в прерванную программу.

План решения задачи состоит из семи действий. Для того чтобы задача была решена на ЭВМ, необходимо определить, какие данные будут вводиться, как, на какие устройства будут выводиться результаты, т. е. записать в виде схемы блоки ввода данных и вывода результатов (см. рис. 5).

Для того чтобы разработанный алгоритм решения поставленной задачи превратился в программу, необходимо закодировать все элементы схемы на языке, понятном ЭВМ (на машинном языке или языке программирования).

Рассмотрим более сложную структуру разветвляющего алгоритма.

Структура *разветвление* служит для выбора очередного действия или последовательности действий в зависимости от выполнения определенных условий. Алгоритмы, в которых применяется эта структура, называются *разветвляющими*. С помощью схемы эта структура будет выглядеть следующим образом (рис. 6).

В том случае, если условие соблюдено, выполняется действие или последовательность

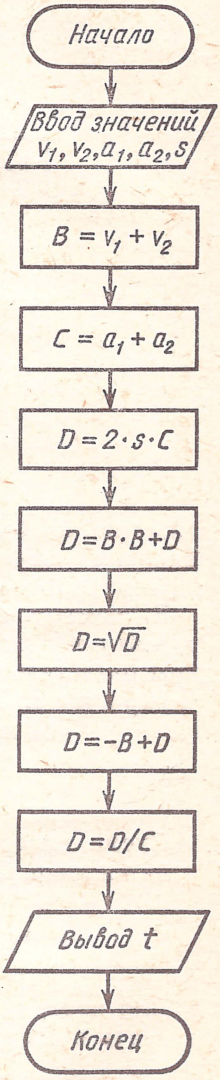


Рис. 5

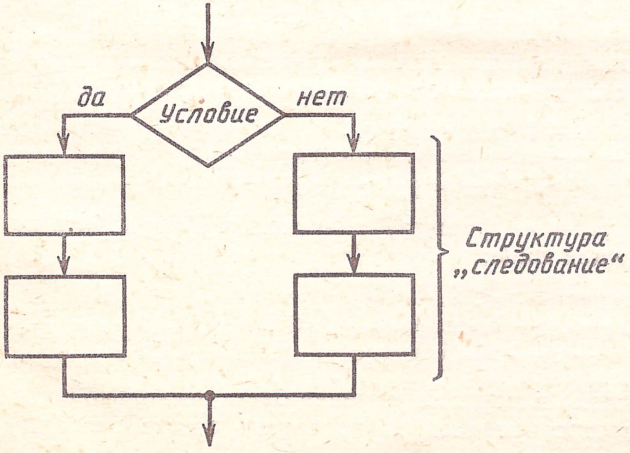


Рис. 6

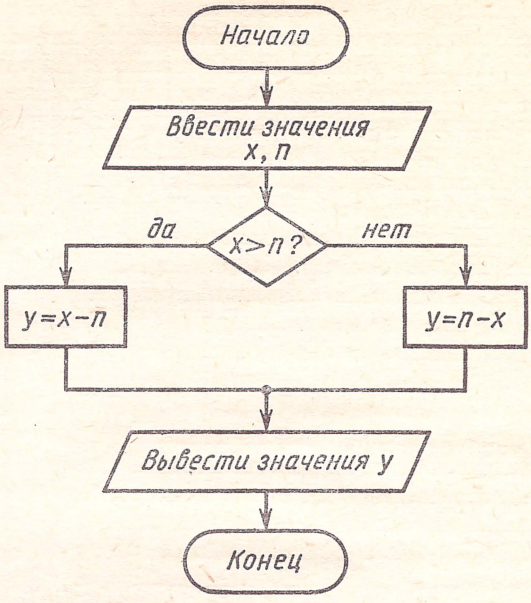


Рис. 7

действий, изображаемые структурой *следование* по стрелке с надписью «да», в противном случае выполняется последовательность действий по стрелке с надписью «нет».

В частном случае одна из линейных частей может отсутствовать, что означает выполнение действий за пределами структуры разветвление.

Пример. Составить алгоритм вычисления функции по формуле

$$y = \begin{cases} x - n, & \text{если } x > n, \\ n - x, & \text{если } x \leqslant n. \end{cases}$$

Схема алгоритма решения задачи приведена на рисунке 7.

Пример. Составить алгоритм вычисления функции $f(x)$ вида

$$f(x) = \begin{cases} -4, & \text{если } x < 0, \\ x^2 + 3x + 4, & \text{если } 0 \leqslant x < 1, \\ (x^2 + 3x + 4)^2, & \text{если } x \geqslant 1. \end{cases}$$

Для программирования формулу вычисления $f(x)$ удобнее переписать в следующем виде:

$$f(x) = \begin{cases} -4, & \text{если } x < 0, \\ x(x + 3) + 4, & \text{если } 0 \leqslant x < 1, \\ (x(x + 3) + 4) \cdot (x(x + 3) + 4), & \text{если } x \geqslant 1. \end{cases}$$

В этой задаче схема алгоритма решения будет несколько сложнее. Однако ее построение следует проводить также поэтапно,

как в вышеприведенном примере, начиная с общей постановки задачи, постепенно детализируя отдельные структуры и переходя к окончательной схеме. Окончательная схема алгоритма решения задачи представлена на рисунке 8.

Действия, выполняемые в блоках 4, 5, 6, вынесены за пределы структуры разветвления, так как нет надобности повторять одни и те же действия дважды.

Структура *повторение,* или *циклическая,* служит для обеспечения многократного выполнения ЭВМ одной и той же группы действий. Алгоритмы, в которых применяется такая структура, называются циклическими. Возможность многократного цикличе-

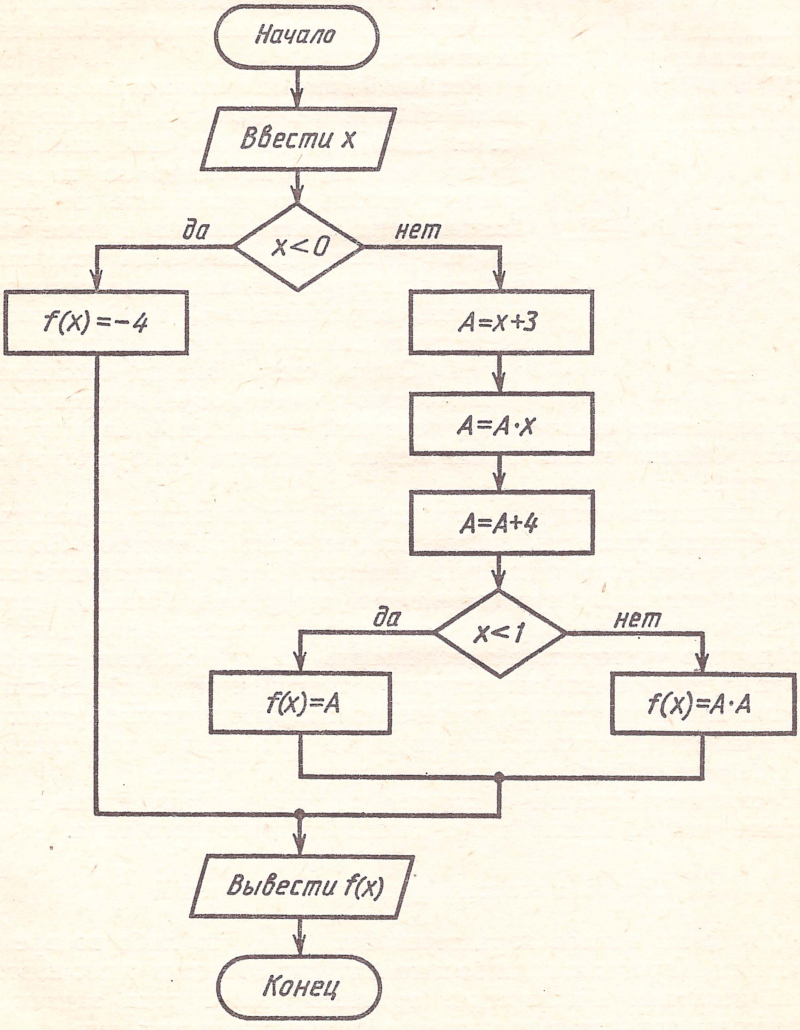


Рис. 8

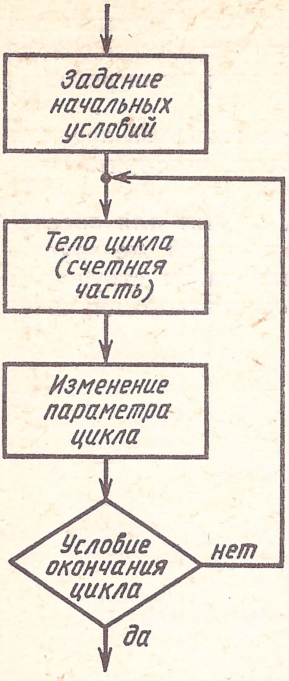


Рис. 9

ского повторения группы действий (операций) обеспечивается в ЭВМ тем, что программа решения задачи во время ее выполнения хранится в запоминающем устройстве (ЗУ) ЭВМ и все элементы памяти одинаково доступны процессу.

Это обстоятельство является очень важным, так как дает возможность с помощью сравнительно небольшого числа операций в программе заставить ЭВМ произвести большой объем вычислений.

Именно поэтому цикличность алгоритмов является одним из наиболее важных их качеств.

Чтобы обеспечить многократное выполнение ЭВМ какой-либо группы операций (т. е. цикл), достаточно завершить эту группу операций перехода на первую, причем, чтобы это повторение не было бесконечным, а выполнялось нужное число раз, переход должен быть условным в зависимости от выполнения некоторого условия, определяющего необходимость очередного повторения этой группы операций. Очень часто момент окончания циклического процесса определяется текущим значением некоторой переменной, называемой параметром цикла. Общая схема циклического процесса изображена на рисунке 9.

Цикличность является характерной особенностью подавляющего большинства практически используемых алгоритмов. Поэтому важно особенно тщательно оптимизировать циклические алгоритмы, поскольку при выполнении программы большая часть машинного времени затрачивается на выполнение именно циклов. Необходимо учитывать и использовать все возможности вынесения за пределы цикла вычисления значений выражений, не изменяющихся внутри цикла, понижения сложности используемых в цикле операций, организации нужного числа повторений цикла, которое может быть различным для разных циклов.

В связи с последним обстоятельством различают циклы с известным числом повторений и циклы итерационного типа.

Циклы с известным числом повторений

Для таких циклов характерен тот факт, что либо во время составления программы, либо к моменту входа в цикл число повторений известно. Циклические процессы такого рода задаются чаще всего так называемыми *арифметическими циклами.*

Пример. Вычислим значение функции y при десяти различных значениях x по формуле

$$y_i = (2x_i - 3)(3x_i + 4).$$

Значения x_i помещены в одномерный массив X, где $1 \leqslant i \leqslant 10$.

Последовательность вычисления $i = 1$ была приведена ранее. В качестве параметра цикла введем обозначение переменной i. Начальному значению при входе в цикл присвоим значение 1. В конце вычислений будем увеличивать переменную цикла i на 1, т. е. $i = i + 1$, и проверять выполнение условия $i \leqslant 10$.

Как только i станет равным 10, будет проведено последнее вычисление y_{10} и произойдет выход из цикла. Вывод результатов будет происходить также в цикле. Окончательная схема алгоритма решения примет вид, изображенный на рисунке 10.

Пример. Условие примера то же, что и в предыдущем примере. Но дополнительно вычислим сумму полученных значений функции y и выведем это значение.

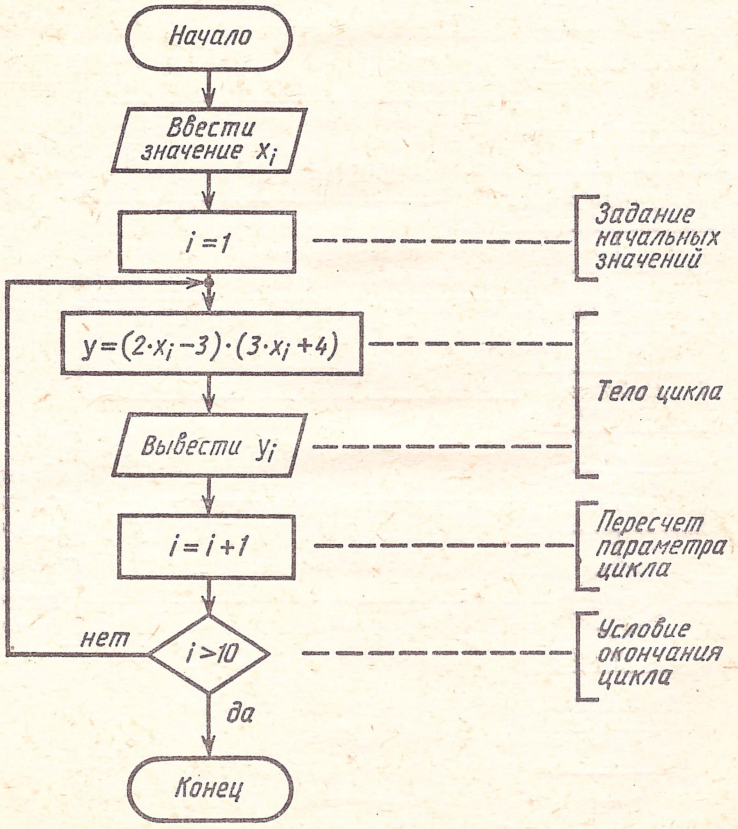


Рис. 10

Для получения суммы предусмотрим специальную переменную с именем S. Первоначально присвоим S значение 0 и далее в теле цикла будем наращивать значение S каждым полученным значением y_i с помощью специальной операции $S = S + y_i$.

Окончательный вид схемы представлен на рисунке 11.

Пример из области невычислительных алгоритмов. Имеется полосатая урна, в которой находятся белые и черные шарики. Нужно, вынимая из полосатой урны последовательно по одному шарику и определяя его цвет, разложить

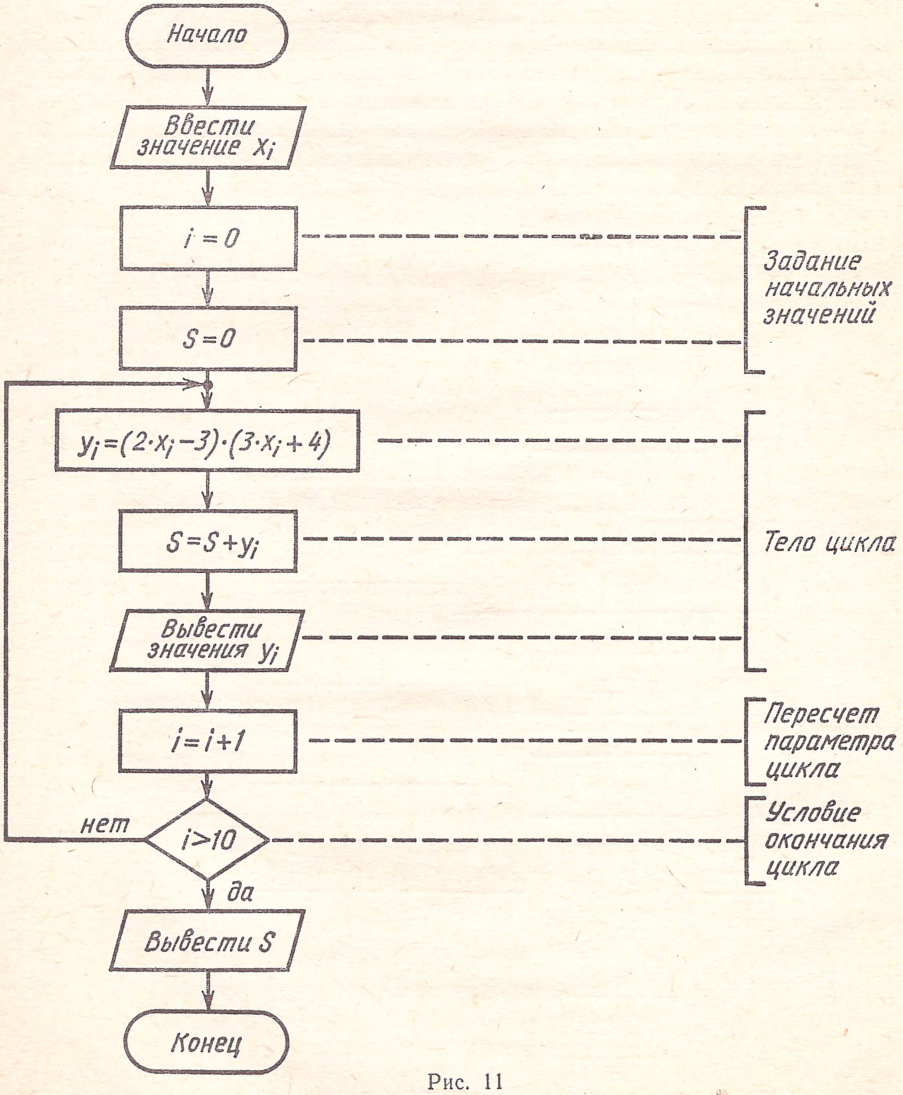


Рис. 11

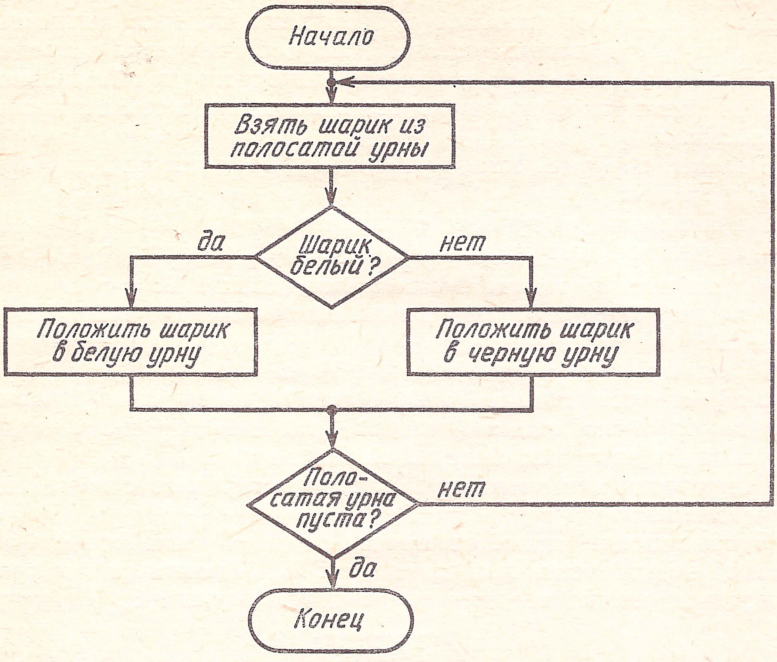


Рис. 12

шарики по цветам. Далее выясняются условия, при которых возможно успешное решение поставленной задачи.

Эти условия: во-первых, определение цвета шарика и, во-вторых, действия — должны производиться, пока есть хотя бы один шарик в полосатой урне, т. е. в алгоритм входят разветвляющая и циклическая структуры. Окончательная схема алгоритма имеет вид, представленный на рисунке 12.

Циклы итерационного типа

Для циклов итерационного типа характерным является то обстоятельство, что число повторений цикла заранее не известно, а определяется по ходу вычислений в зависимости от полученных результатов. Циклы подобного рода чаще всего встречаются при использовании итерационных методов решения задач, поэтому их обычно называют итерационными циклами.

Пример. Составить программу вычисления $y = \sqrt{x}$ с заданной точностью ε, пользуясь итерационным методом Ньютона:

$$y_{i+1} = y_i + (x : y_i - y_i) : 2 \quad (i = 0,1, \ldots).$$

Итерационную формулу можно записать в виде $y_{i+1} = y_i + v_i$, где $v_i = (x : y_i - y_i) : 2$ является поправкой к предыдущему приближению y_i. Считаем, что требуемая точность достигнута, если очередная поправка достаточно мала, т. е. при $|v_i| < \varepsilon$. Эту по-

правку можно не учитывать и прекратить процесс вычислений. Значения y_i и v_i используются только для получения очередного приближения, поэтому значения очередного приближения и очередной поправки можно присваивать одним и тем же простым переменным.

Полезно поручить самим учащимся вывод итерационной формулы Ньютона.

Вычислительный процесс описан на рисунке 13.

Полученный алгоритм можно теперь использовать в схеме примера (см. рис. 5) вместо блока 5 (вычисление $B := \sqrt{B}$) и записать окончательный вид схемы алгоритма «вычисление времени t».

Учащимся не составит большого труда проделать эти преобразования самостоятельно. Таким образом, с помощью управляющих структур *следование* (цепочка), *разветвление* и *цикл* можно разработать алгоритм решения любой задачи.

Разработка алгоритма происходит сверху вниз с постепенной детализацией.

Этот принцип является основным принципом структурного подхода к разработке программ для ЭВМ. Понятие структурного программирования введено голландским ученым Э. Дейкстрой.

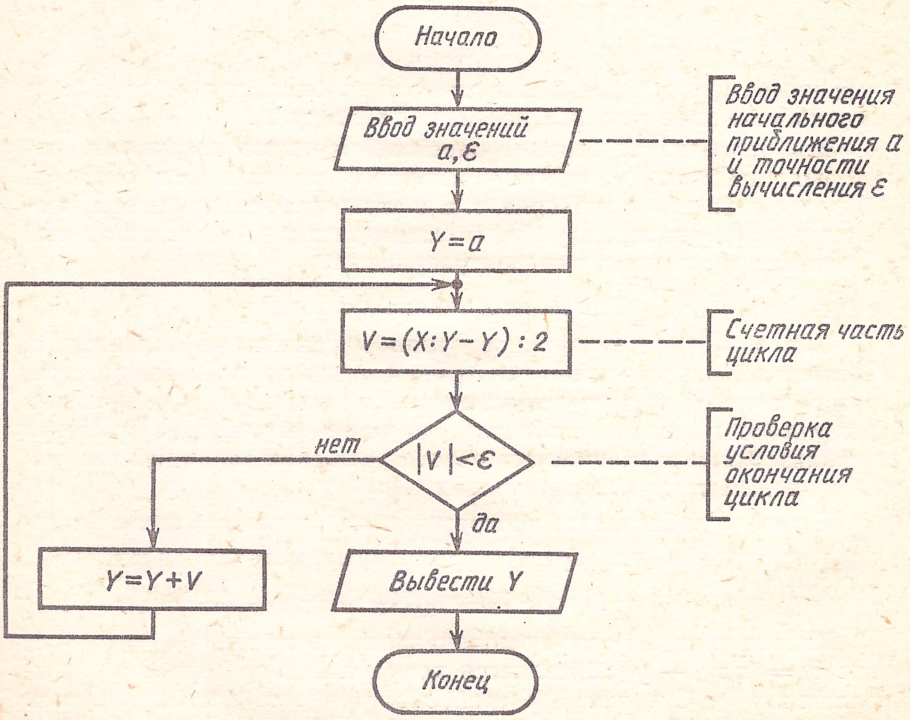


Рис. 13

В рамках структурного программирования на каждом этапе детализация очередного промежуточного действия может производиться только четырьмя следующими способами:

1. Последовательное перечисление нескольких более мелких действий.

2. Выбор одного из нескольких более мелких действий в зависимости от определенных условий.

3. Циклическое повторение более мелкого действия при определенных значениях параметров.

4. Использование мелкого действия как подпрограмма или процедура.

Вся последовательная разработка алгоритма производится с помощью схемы, которая дает возможность постепенно осмысливать план программы, разрабатывая на каждом этапе алгоритм с удобной детализацией, позволяет наглядно изображать структуру будущей программы.

Разработанный таким образом детальный алгоритм остается лишь записать (закодировать) на выбранном языке программирования.

Этапы решения задачи на ЭВМ

Основная цель. Ознакомить учащихся с этапами решения задачи на ЭВМ. Показать процесс решения задачи на ЭВМ и роль человека в этом процессе.

Решение задачи представляет собой трудоемкий процесс, в котором требуются знания из различных областей науки: математики, программирования, основ вычислительной техники. Решение любой задачи является процессом обработки исходных данных, выполняемым для получения результатов.

Если в качестве обработки данных выступает ЭВМ, то решение задачи можно разбить на следующие отдельные этапы (см. рис. 14).

Первый этап «постановка задачи» заключается в разработке математической модели исследуемого явления, формулировке целей решения, определения исходных данных и результатов. Этап заканчивается словесно-формульным описанием задачи.

На втором этапе «разработка метода решения» производится выбор оптимального метода решения поставленной задачи. Результат — математическое описание выбранного метода.

На этапе «составление алгоритма решения» производится анализ выбранного метода и составления алгоритма с необходимой степенью детализации с помощью блок-схемы.

Этап «программирование» состоит в записи разработанного алгоритма на одном из языков программирования.

Этапы 5, 6, 7 соответствуют этапу отладки программы на ЭВМ. Программа вводится в ЭВМ и обрабатывается специаль-

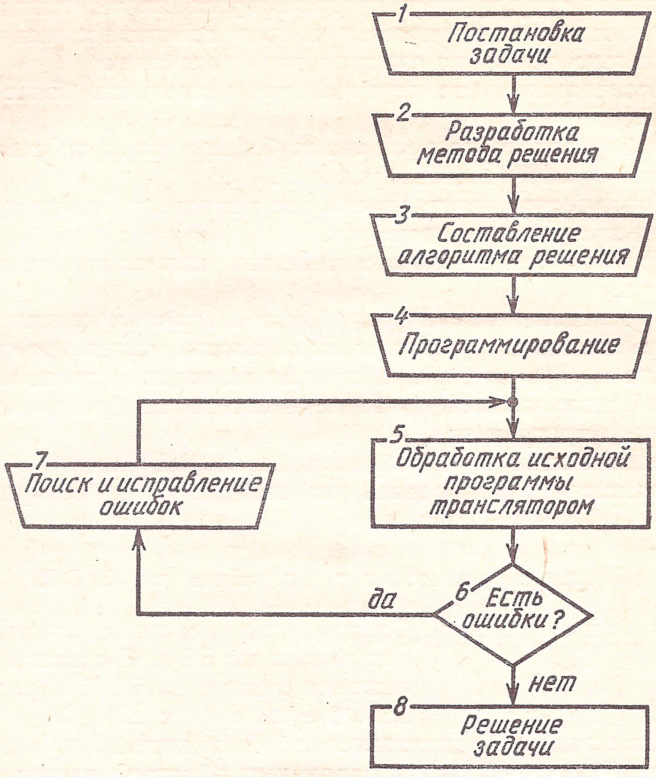


Рис. 14

ной программой-транслятором, которая переводит программу с языка программирования на язык конкретной ЭВМ. Транслятор диагностирует все ошибки, связанные с записью программы на языке программирования. Ошибки исправляются и вновь отдаются транслятору на обработку. Когда будут исправлены все ошибки, транслятор строит машинную программу, которая в свою очередь передается на выполнение. На данном этапе производится счет по специально подготовленным контрольным примерам, поиск и исправление ошибок. После получения правильных результатов по всем контрольным примерам программа считается отлаженной и готовой к эксплуатации.

Этап «решение задачи» заключается в получении результатов для различных вариантов исходных данных. Этот этап является регулярным счетом по программе, и поэтому для каждой готовой программы должна быть написана соответствующая инструкция по эксплуатации.

Учащиеся разбирают все этапы решения задачи на ЭВМ непосредственно на самостоятельно решаемой задаче, начиная с этапа «постановка задачи» и кончая получением отлаженной

программы. Подробно этот вопрос разбирается на примере составления программы на языке Бейсик.

Программное обеспечение ЭВМ

Основная цель. Дать учащимся понятие о программном обеспечении ЭВМ, о его структуре и функциях программ, входящих в нее.

Сама по себе ЭВМ, являясь устройством для решения задач, не может их решать, если она не снабжена комплексом программ, обеспечивающих ее работу, т. е. программным (математическим) обеспечением.

Все программы можно условно разделить на четыре группы.

К первой группе относятся программы для решений отдельных самостоятельных задач. Эти программы выполняются независимо друг от друга и предназначены для систематического решения отдельных конкретных задач.

Ко второй группе относятся специализированные комплексы программ для решения классов задач из различных специализированных областей науки, техники, промышленности. Такие комплекты программ называются пакетами прикладных программ. Программы, входящие в каждый такой пакет, выполняются совместно, в различных комбинациях, в зависимости от конкретно решаемой задачи.

Третья группа — это система программ, предназначенная для автоматизации самого процесса разработки программ. Эта система называется системой программирования. В ее состав входят языки программирования, трансляторы и интерпретаторы языков программирования, системы (библиотеки) стандартных, часто используемых подпрограмм, программы, облегчающие отладку программ. Таким образом, все программы первой и второй групп разрабатываются с помощью программ третьей группы.

Четвертую группу образуют программы, обеспечивающие управление большого числа различных взаимодействующих технических средств, которые составляют современную ЭВМ. Эта система программ называется операционной системой. Операционная система (ОС) является программным расширением устройства управления (УУ) ЭВМ. Основная задача ОС — управление выполнением программ пользователей с целью максимального повышения производительности машины. Программы ОС обеспечивают диагностику неисправностей, эффективное использование отдельных устройств, решение множества задач пользователей, управление вводом-выводом и обменом данными между отдельными устройствами ЭВМ (например, между оперативной и внешней памятью), введение архива, т. е. размещение программ во внешней памяти и доступ к ним.

Программы первой и второй групп образуют специализированное прикладное программное обеспечение ЭВМ, а последних — двухстандартное, системное программное обеспечение.

Знание возможностей программного обеспечения и умелое использование их в процессе решения задачи на ЭВМ помогут учащимся составлять и отлаживать программы, сократить время на подготовку задачи к решению на ЭВМ.

Язык программирования Бейсик

Основная цель. Познакомить учащихся с языком программирования для начинающих Бейсик, обучить приемам записи разработанных алгоритмов на языке Бейсик. Дать учащимся представление о возможностях интерпретатора с языка Бейсик и об использовании микроЭВМ ДВК-1 при изучении элементов программирования.

Языки программирования предназначены для представления различных алгоритмов. Записанный на языке программирования алгоритм решения задачи становится программой. Эта программа с помощью транслятора, т. е. программы-переводчика, входящего в состав программного обеспечения ЭВМ, переводится самой же ЭВМ в программу на машинном языке.

Имеющиеся в нашем УПК ДВК-1 содержат в составе своего программного обеспечения интерпретатор языка Бейсик. Интерпретатор характеризуется возможностью не только перевода программы с языка программирования в машинный, но и непосредственно выполнения полученной программы.

Язык Бейсик был разработан в 1965 г. сотрудниками дартмутского колледжа (Канада) как язык для начинающих программистов. Эта версия Бейсика позволяет решать задачи вычислительного характера для небольших количеств исходных данных в режиме диалога человека с машиной. Контакт с ЭВМ осуществляется пользователем с помощью дисплея с клавиатурой и набора специальных служебных команд.

Система Бейсик допускает выполнение некоторых операторов без составления программы, т. е. в режиме клавишного микрокалькулятора.

Как и все языки программирования, Бейсик определяется заданием алфавита, синтаксиса и семантики.

Алфавит языка Бейсик, т. е. словарь исходных символов, приемлемый для записи конструкций и предложений языка, включает в себя заглавные буквы латинского алфавита, цифры от 0 до 9, знаки арифметических операций и операций отношения (сравнения), разделители (ограничители).

Синтаксис — это набор правил (грамматика языка), определяющих допустимые конструкции языка.

Семантика — это система истолкования и назначения отдельных конструкций языка и предложений.

Программа, написанная на языке Бейсик, состоит из последовательности занумерованных операторов (предложений языка), которые описывают действия над величинами. Каждый из операторов занимает отдельную строку, завершается знаком возврата каретки (клавиша «ВК» на клавиатуре ДВК-1). Номер ставится перед оператором, выполняет функции метки и является одновременно порядковым номером строки.

Этих сведений достаточно для того, чтобы начать знакомить учащихся с клавиатурой ДВК-1. Целесообразно изучение проводить с помощью заранее написанных преподавателем небольших программ на языке Бейсик. Оценивать эти занятия можно по критерию правильности набора операторов программы на клавиатуре и быстроты работы с клавиатурой. Правильность выбора проверяется сравнением результата решения на машине с решением, заранее подготовленным преподавателем.

Программа обычно начинается с оператора комментария REM, указывающего название программы, ее назначение, используемые исходные данные и результаты.

Завершается программа последовательностью операторов конца программы END или остановка работы STOP.

Для записи имен переменных, массивов, функций используется идентификатор (имя объекта в программе). Для переменных идентификатор представляет собой букву или букву и цифру, для массивов — букву. Идентификаторы стандартных функций состоят из трех букв и определены заранее (SIN, COS, ABS, SQR и т. д.).

Для записи операторов в программе используются служебные слова, из самого имени которых следует, какое действие ими выполняется (см. табл. 4):

Таблица 4

Служебное слово	Перевод	Служебное слово	Перевод
DATA	Данные	READ	Читать
DEF	Определение (функции пользователя)	REM	Примечание
DIM	Размерность	RESTORE	Восстановить
END	Конец	STEP	Шаг
FOR	Для	STOP	Остановка
GOSUB	Перейти к подпрограмме	THEN	Тогда
GOTO	Перейти к	TO	К
		Служебные команды	
INPUT	Ввод		
LET	Положить	LIST	Печатать текст
NEXT	Следующий	RUN	Начать работу
PRINT	Печатать	DELETE	Уничтожить строку текста
IF	Если		

К данным, используемым в программах Бейсика, относятся константы, переменные, массивы.

Константы могут быть действительными числами, представленными в форме с плавающей точкой и фиксированной точкой, целые числа и строки символов.

При представлении числа с плавающей запятой применяется следующий формат:

$$\pm \text{а.ааааа Е} \pm \text{вв},$$

где а — любая десятичная цифра мантиссы,

Е — основание десятичной системы счисления,

в — любая десятичная цифра порядка.

Например, число —0,00256731 может быть представлено как 2,56731Е — 3, или — 0,25673Е — 2.

С фиксированной запятой число записывается следующим образом: 0.56.

Для указания выводимой строки (текста) используются кавычки. Например, чтобы напечатать текст END PROGRAMM, нужно взять его в кавычки и поставить после оператора печати PRINT:

№ строки PRINT «END PROGRAMM»

Простые переменные в Бейсике не задаются специальными операторами описания данных.

Для описания массивов данных необходимо заранее определить размерность оператором, резервирующим место для массива в памяти ЭВМ. Его формат:

№ строки DIM ⟨список массива⟩

В списке массива перечисляются через запятую идентификаторы массивов с указанием верхних границ изменения индексов. Нижняя граница индекса всегда 0, поэтому при задании массива указывается только верхняя граница в виде целого числа, заключенного в круглые скобки. Например, необходимо выделить следующий объем памяти: для массива А — 4 элемента памяти, для массива В — 3 × 16 элементов. Запись на Бейсике примет вид:

№ строки DIM A(3), B(2,15)

Бейсик ДВК-1 дает возможность описывать одномерные и двумерные массивы данных. При обращении к элементу массива записывается его идентификатор и в круглых скобках текущий номер индекса.

Указатель функции представляет собой идентификатор стандартной или пользовательской функции, за которым в круглых скобках записывается идентификатор аргумента (разрешается записывать арифметическое выражение).

Арифметическое выражение на языке Бейсик состоит из констант, переменных и функций, соединенных знаками арифмети-

ческих операций (+ — сложение, — — вычитание, * — умножение, ↑ — возведение в степень, / — деление).

Арифметическое выражение используется в операторе присваивания LET. Оператор LET имеет вид:

№ строки *LET* ⟨ПЕРЕМЕННАЯ⟩ = ⟨А. В.⟩,

где А. В.— арифметическое выражение.

Так, $y = (2x + 3)\cdot(3x - 4)$ запишется на Бейсике следующим образом:

№ строки *LET* Y = (2 * X + 3) * (3 * X — 4)

В языке не допускается пропуск знаков арифметических операций.

Для вывода данных на экран дисплея используется оператор PRINT. Оператор вывода PRINT имеет следующий формат:

№ строки PRINT {список},

где список может содержать арифметическое выражение, строку текста или то и другое.

Оператор PRINT без списка, т. е.

№ строки PRINT

используется для пропуска строки на экране дисплея. Для того чтобы вывести на экран полученное значение *Y*, необходимо записать оператор так:

№ строки PRINT Y

или

№ строки PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y =»; Y

В первом случае на экран будет выведено только значение *y*; во втором случае — строка

ЗНАЧЕНИЕ Y = ⟨ЗНАЧЕНИЕ⟩

Для ввода данных можно пользоваться тремя способами: во-первых, задавать данные с помощью оператора присваивания LET, во-вторых, с помощью оператора ввода с клавиатуры дисплея INPUT, в-третьих, с помощью операторов READ и DATA.

В первом случае запись имеет вид:

№ строки LET A = 2

Для ввода данных с помощью INPUT оператор запишется так:

№ строки INPUT A

По этому оператору интерпретатор Бейсика делает паузу во время выполнения программы, выводит на экран знак вопроса и ждет, когда пользователь введет значение А с клавиатуры.

Оператор DATA вводит в программу числовую константу или группу констант. Оператор READ последовательно связывает

имена переменных со значениями констант, которые задаются операторами DATA. Этих операторов достаточно, чтобы записать решение примера $y = (2x - 3)(3x + 4)$ в виде программы на Бейсике.

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Y
20 INPUT X
30 LET Y = (2 * X - 3) * (3 * X + 4)
40 PRINT Y
50 END
60 STOP
```

Номера строк целесообразно записывать так, чтобы в случае необходимости можно было вставить новую строку. Чтобы выполнить программу, учащиеся должны записать ее в память ЭВМ с помощью клавиатуры, проверить правильность записанных операторов с помощью набора служебной команды LIST, передать программу интерпретатору на выполнение, набрав команду RUN.

Линейные структуры алгоритмов записываются в виде последовательности операторов LET.

Например, требуется определить x и y из соотношений

$$x = \frac{[n^{-3} + (l - n)^2]m}{ln}, \quad y = \sqrt{|x(n + m)|}$$

при значениях

$$n = 2, \quad m = 4, \quad l = 3 \text{ и}$$
$$n = 10, \quad m = 0{,}5, \quad l = -0{,}02.$$

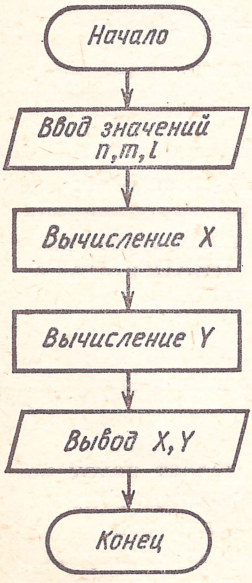


Рис. 15

Вычисление каждой формулы на Бейсике записывается одним оператором. Поэтому нет смысла записывать схему детально. Но необходимо разобрать с учащимися последовательность выполнения действий и запись их в виде арифметического выражения.

Схема решения задачи примет вид, показанный на рисунке 15.

Программа на Бейсике:

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Y, X
20 DATA 2, 4, 3, —10, 0.5, —0.02
30 READ N, M, L
40 LET X = (N ↑ (—3) + (L — N) ↑ 2) * M/L/N
50 LET Y = SQR (ABS (X * (N + M)))
60 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ X =    »; X
70 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y =    »; Y
80 GOTO 30
90 END
```

Оператор перехода GOTO применяется для организации просчета по второму варианту исходных данных. Оператор перехода

GOTO имеет формат

№ строки GOTO N,

где N — номер строки следующего исполняемого оператора. Оператор применяется для изменения последовательного порядка операторов.

В операторе 80 нет сведений о том, сколько раз должна вычисляться группа операторов от метки 30 до метки 80. Поэтому произойдет аварийный останов, когда оператор READ будет пытаться ввести третий набор исходных данных, значения которых отсутствуют в операторе DATA.

При использовании оператора INPUT для ввода данных программа примет вид:

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ X, Y
20 INPUT N, M, L
30 LET X ≈ (N ↑(−3) + (L − N) ↑2)*M/L/N
40 LET Y = SQR(ABS(X*(N + M)))
50 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ X =    »; X
60 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y =    »; Y
70 GOTO 20
80 END
```

В этой программе оператор 70 дает возможность вычислять значения x, y бесконечное число раз.

Для того чтобы прекратить вычисления, необходимо нажать клавишу AR1 на клавиатуре дисплея.

Разветвляющаяся структура записывается на Бейсике с помощью специального условного оператора, который имеет формат

№ строки IF ⟨A.B.1⟩ ⟨операция отношения⟩ ⟨A.B.2⟩ THEN ⟨оператор⟩

Арифметические выражения, связанные операцией отношения, называются логическими выражениями. Таким образом, запись примет вид:

№ строки IF ⟨логическое выражение⟩ THEN ⟨оператор⟩

Под операцией отношения понимается одна из следующих операций:

равно	=
не равно	< >
больше или равно	> =
меньше или равно	< =
больше	>
меньше	<

Логическое выражение может принимать значение «истина» («да» — в структуре разветвления), тогда выполняется единственный оператор после THEN и следующий оператор программы или группа операторов, на которую передается управление с по-

мощью указателя номера строки, записанного после THEN. Если логическое выражение принимает значение «ложь» («нет» — в структуре), то оператор, находящийся после THEN, пропускается и выполняется следующий после условного оператор программы.

Пример.

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Y
20 INPUT X, N
30 IF X > N THEN 60
40 LET Y = X — N
50 GOTO 70
60 LET Y = N — X
70 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y =     »; Y
80 END
```

Пример.

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Y
20 INPUT X
30 IF X<0 THEN 100
40 LET A = X*X + 3*X + 4
50 IF X<I THEN 80
60 LET Y = A
70 GOTO 110
80 LET Y = A*A
90 GOTO 110
100 LET Y = —4
110 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y =     »; Y
120 END
```

Оператор перехода в обоих примерах служит для организации перехода на оператор печати, минуя другие «ветви» программы.

Оператор цикла позволяет записать на языке Бейсик управляющие структуры типа *повторение* или *цикл*.

Формат оператора цикла:

№ строки FOR <переменная> = <A.B.1> TO <A.B.3.> [STEP <A.B.2.>]

.....
..... } последовательность операторов Бейсика
.....

№ строки NEXT⟨переменная⟩

Операторы FOR и NEXT используются для обозначения соответственно заголовка и конца цикла в программе.

Все операторы, находящиеся между FOR и NEXT, будут циклически выполняться в зависимости от условий, заданных в операторе FOR.

В операторе заголовка цикла записываются простая переменная, которой присваивается начальное значение (A.B.1), конеч-

ное значение (A.B.3) и шаг изменения (A.B.2). Эта переменная называется параметром цикла. Если шаг ее изменения равен 1, то конструкция STEP ⟨A.B.2.⟩ опускается.

Циклические участки алгоритмов можно записывать на Бейсике с помощью условного оператора и оператора цикла. Применение последнего влияет на количество операторов, используемых для этой цели.

Полезно составить вместе с учащимися циклические программы, записывая соответствующие структуры с помощью операторов цикла и условных операторов. При этом необходимо разобрать все значения, принимаемые переменными внутри цикла при изменении параметра цикла, условие выхода из цикла.

Пример.

а) Программа вычисления значений функций и суммы записана с помощью условного оператора:

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Y (I), S
20 DIM X(9), Y(9)
30 FOR I = 0 TO 9
40 INPUT X(I)
50 NEXT I
60 LET S = 0
70 LET I = 0
80 LET Y(I) = (2*X(I) - 3)*(3*X(I) + 4)
90 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y («I»≤) = »Y(I)
100 LET S = S + Y(I)
110 LET I = I+1
120 IF I≤9 THEN 80
130 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ S =    »S
140 END
```

Операторы с 30 по 50 служат для введения массива исходных данных.

б) Программа записана с помощью оператора цикла:

```
10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Y (I), S
20 DIM X(9), Y(9)
30 FOR I = 0 TO 9
40 INPUT X(I)
50 NEXT I
60 LET S = 0
70 FOR I = 0 TO 9
80 LET Y (I) = (2*X(I) - 3)*(3*X(I) + 4)
90 LET S = S + Y(I)
100 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y («I») =    »; Y(I).
110 NEXT I
120 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ S =    »; S
130 END
```

Если среди операторов цикла находятся операторы другого цикла, то говорят о вложенных конструкциях этого оператора.

Разрешено использовать до восьми уровней вложенности.

Необходимо следить, чтобы внутренние операторы цикла целиком находились внутри внешних операторов цикла. Схематично это можно изобразить в виде:

Обращение извне к операторам внутри цикла с помощью оператора GOTO, минуя заголовок цикла, запрещено. Выход из цикла можно осуществить из любого места тела цикла, т. е. переменная цикла может не достигать своего последнего значения А.В.3.

Этот выход организуется с помощью оператора GOTO.

Пример. Условие то же, что и в предыдущем примере. Но вычисление значения функции и суммы производится для двумерного массива.

```
 10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Y (1,J), S
 20 DIM X(9,9), Y(9,9)
 30 FOR I = 0 TO 9
 40 FOR J = 0 TO 9
 50 INPUT X (I, J)
 60 NEXT J
 70 NEXT I
 80 LET S = 0
 90 FOR I = 0 TO 9
100 FOR J = 0 TO 9
110 LET Y(I, J) = (2*X(I, J) + 3)*(3*X(I, J) — 4)
120 LET S = S + Y (I, J)
130  PRINT «ЗНАЧЕНИЕ Y («I», «J») = »Y(1, J)
140 NEXT J
150 NEXT I
160 PRINT «ЗНАЧЕНИЕ S =     »; S
170 END
```

Для ввода данных с клавиатуры дисплея используются два вложенных цикла с переменной цикла J для внутреннего цикла и с переменной I для внешнего цикла. Те же два вложенных цикла используются для вычисления значения функции Y (I, J) и суммы S всех значений функции.

Одинаковые участки программ удобно записывать один раз с помощью так называемых фиктивных параметров, а из разных мест программы организовать обращение, задавая каждый раз новые фактические параметры, которые и будут участвовать в вычислениях, описанных заранее. Такая конструкция называется подпрограммой. Для описания подпрограммы в Бейсике существуют операторы GOSUB и RETURN.

Обращение к подпрограмме происходит с помощью оператора GOSUB. Его формат:

№ строки GOSUB ⟨ № строки ⟩

В теле оператора записывается № строки, т. е. метка начала подпрограммы. Операторы вычислений в подпрограмме заканчиваются оператором RETURN. Формат оператора:

№ строки RETURN

По этому оператору происходит возврат в прерванную программу к следующему оператору после GOSUB.

Пример. Требуется определить:

$$z = \frac{\cos A + \sin B + 0{,}75}{\sqrt{\cos C + \sin D + 0{,}75}}.$$

Вычисление числителя и подкоренного выражения знаменателя отличается только аргументами. Поэтому вычисление по формуле $\cos x + \sin y + 0{,}75$ записывается один раз в виде подпрограммы, начинающейся с номера оператора.

Обращение к подпрограмме происходит в строках с помощью GOSUB. Перед обращением производится формирование фактических параметров в строках:

```
 10 REM ВЫЧИСЛЕНИЕ Z
 20 DATA 15, 30, 27, 40
 30 READ А, Б, С, Д
 40 LET K = 3.14/180
 50 LET X = A*K
 60 LET Y = B*K
 70 GOSUB 150
 80 LET Z1 = W
 90 LET X = C*K
100 LET Y = D*K
110 GOSUB 150
120 LET Z = Z1/SQR(W)
130 PRINT «Z = »;Z
140 STOP
150 LET W = COS(X) + SIN(Y) + 0.75
160 RETURN
170 END
```

Теоретическое изучение элементов и конструкций языка Бейсик дополняется проведением практических работ за клавиатурой ДВК-1.

Практические лабораторные работы состоят из следующих этапов: разработка алгоритма поставленной задачи в виде схемы, запись его на Бейсике, отладка программы на ДВК-1 и решение задачи при различных значениях исходных данных.

Лабораторные работы необходимо проводить по окончании изучения каждой конструкции языка программирования. Результаты проведенной работы учащиеся оформляют письменно в виде отчета. Прежде чем оценить работу, преподаватель должен убедиться в правильности отлаженной программы, контролируя работу каждого учащегося на экране дисплея. Изучение курса программирования на Бейсике заканчивается выполнением более сложного задания. Задания раздаются учащимся в зависимости от их возможностей и по желанию. Поэтому нужно заранее подобрать разные по сложности задачи. На выполнение итогового задания должно отводиться несколько занятий. Оно может включать сложные вычислительные задачи, задачи, связанные с обработкой массивов, различные игровые задачи.

Во время решения задачи учащиеся имеют возможность проследить все этапы решения задачи на ЭВМ, самостоятельно разработать алгоритм и программу и отладить ее на машине.

ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Составитель **Николай Дмитриевич Угринович**

Зав. редакцией *Р. А. Хабиб.* Редактор *Т. В. Автономова.*
Младший редактор *Л. Е. Козырева.*
Художник *А. Е. Тачков.* Художественный редактор *Е. Н. Карасик.*
Технический редактор *Е. Н. Зелянина.* Корректор *Н. С. Соболева.*

ИБ № 11316

Сдано в набор 14.11.86. Подписано к печати 08.06.87. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. типограф. № 2. Гарнит. литер. Печать высокая. Усл. печ. л. 8,0. Усл. кр.-отт. 8,25. Уч.-изд. л. 7,76. Тираж 115 000 экз. Заказ 167. Цена 25 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано с диапозитивов ордена Трудового Красного Знамени фабрики «Детская книга» № 1 Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 127018, Москва, Сущевский вал, 49 на Саратовском ордена Трудового Красного Знамени полиграфическом комбинате Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 410004, Саратов, ул. Чернышевского, 59.

25 коп.

ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА